GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Digitized by Google

Digitized by Google

F. W. CHRISTERN
763 BROADWAY NEW-YORK
FOREIGN BOOKSTORE

Digitized by Google

:09 Harvard

p138

Digitized by Google

Die elektro-magnetische Telegraphie

mit besonderer Berücksichtigung

der

ausgeführten Telegraphen-Systeme.

Von

Joseph Buerbaum,

Oberlehrer.

Mit vielen Abbildungen auf VIII lithographirten Tafeln in Folio.

Berlin 1851.

Verlag von Th. Chr. Fr. Enslin.

Digitized by Google

Eng 4228.51
1856, May 10. $ 1.38
Bought with the Gift of
Uriah A. Boyden, Esq. of Boston.

Digitized by Google

Vorwort.

Es ist den Deutschen von vielen Seiten, und nicht mit Unrecht, der Vorwurf gemacht worden, daß sie in ihren Studien zu sehr eine theoretische und speculative Richtung verfolgen und einer unnützen Systemmacherei huldigen; daß sie, dem Leben und der Natur fremd, bei ihren Forschungen die praktische Nützlichkeit wenig berücksichtigen und noch weniger bemüht sind, die Ergebnisse ihres Nachdenkens in eine dem größeren Publikum verständliche und gefällige Form einzukleiden. Bereits im vorigen Jahrhunderte geißelte der geniale Göthe diese verkehrte Richtung, indem er sagt:

> Ich sag' es Dir: ein Kerl der speculirt,
> Ist wie ein Thier, auf dürrer Heide
> Von einem bösen Geist im Kreis herum geführt,
> Und rings umher liegt schöne, grüne Weide . . .
> Grau, theurer Freund, ist alle Theorie,
> Und grün des Lebens goldner Baum.

Seit mehreren Decennien ist jedoch ein erfreulicher Umschwung eingetreten, und deutsche Männer wetteifern mit denen des Auslandes, die Wissenschaften zu cultiviren, nicht nur um sie bildend für den Geist, sondern auch um sie fruchtbringend für das Leben zu machen. Mit dem Gefühle der Befriedigung erblicken wir insbesondere jene Reihe großer Männer, welche mit Aufopferung ihrer Lebensfreuden die Naturwissenschaften einer hohen Stufe der Vollendung entgegenführten. Außerordentliche Fortschritte sind seit einigen Decennien in diesem Gebiete der menschlichen

Digitized by Google

Erkenntniß gemacht, Fortschritte, durch welche das materielle Wohlbefinden des Menschengeschlechtes um ein Beträchtliches verbessert, und demselben eine nicht versiegende Quelle geistiger Veredlung eröffnet worden ist. Niedergebeugt durch die Gebrechlichkeit des physischen Lebens, sehen wir mit Stolz auf jene großartigen Einrichtungen und Anlagen, welche jenen Fortschritten ihre Entstehung verdanken. Die Geschichte erzählt von 7 Wunderwerken der alten Welt. Was sind aber jene Werke, namentlich in Absicht auf ihre Nutzanwendung, gegen die Wunder der Gegenwart, z. B. gegen eine von Stephenson und Fairbairn erbaute Röhrenbrücke über den Menai-Canal, gegen den von Brunell erbauten Tunnel unter der Themse, gegen die Wattsche Dampfmaschine, die Locomotive, die atmosphärische Eisenbahn u. s. w.?

Unter allen Anlagen der Neuzeit erregt aber keine in einem höheren Grade die Bewunderung der civilisirten Welt, als die der elektro-magnetischen Telegraphen. Niemals wurde eine Erfindung in einem größeren Maßstabe und in kürzerer Zeit praktisch nützlich gemacht. Gleich üppigen Gewächsen des Südens haben die Telegraphen in kurzer Zeit ihre kupfernen Ranken nach allen Seiten weithin ausgestreckt. Durch elektro-magnetische Telegraphen befördert man gegenwärtig mit Blitzesschnelle Nachrichten von einem Orte zum anderen, durch sie kann man Glocken in dem ganzen Umfange einer großen Stadt oder in allen bedeutenden Städten eines Landes gleichzeitig ertönen lassen, den herannahenden Sturm signalisiren, die Veränderungen des Wetters voraussagen, die Länge und Breite eines Ortes bestimmen, die Schnelligkeit der Kanonenkugeln berechnen, den fliehenden Verbrecher einholen. Von vielen Beispielen finde nur eins hier eine Stelle. Im Januar **1844**, so erzählt Moigno, wurde zu Salt-Hill in England ein Mann erschlagen. Der Mörder hatte sich gleich nach vollbrachter That nach Slough begeben und dort einen Platz erster

Digitized by Google

Klasse nach London genommen. Die dem Verbrecher auf die Spur gekommenen Polizeibeamten kamen erst in Slough an, als der Zug London beinahe erreicht haben mußte. Der Telegraph berichtete den Vorfall sogleich dahin. Kaum 3 Minuten nachher wurde die Antwort zurücktelegraphirt: „Der Zug ist eben angekommen, ein Individuum, auf welches das Signalement genau paßt, ist aus der bezeichneten Wagenklasse gestiegen. Es ist arretirt.“ Die folgenden Worte Schillers in den „Kranichen des Ibikus“ können also in mancher Beziehung mit noch größerem Rechte von den elektro-magnetischen Telegraphen gesagt werden:

Und glaubt er (der Verbrecher) fliehend zu entspringen,
Geflügelt sind wir da, die Schlingen
Ihm werfend um den flücht'gen Fuß,
Daß er zu Boden fallen muß.

Den elektro-magnetischen Kräften scheint überhaupt eine bedeutende Rolle in der Entwickelungsgeschichte des Menschengeschlechtes vorbehalten zu sein. Durch sie versteht man bereits, die Locomotive in Bewegung zu setzen, durch sie vermag man, das Wasser in Gase zu zersetzen, welche uns voraussichtlich in nächster Zukunft das nöthige Licht und die nöthige Wärme geben werden, wofern die Zersetzung durch leichtere Mittel wird erfolgen können.

Das vorliegende Werk ist dazu bestimmt, den Leser eines Theils mit den Naturkräften, welche bei den elektro-magnetischen Telegraphen thätig sind, anderen Theils mit diesen Telegraphen selbst bekannt zu machen. Unter den hier wirkenden Naturkräften steht in erster Reihe die galvanische Elektricität, indem sie sich sowohl mit einer unglaublichen Geschwindigkeit durch leitende Körper bewegt, als auch die merkwürdige Eigenschaft besitzt, dem weichen Eisen magnetische Anziehungskraft zu ertheilen, und die Magnete abzulenken. Die magnetische Kraft, eine Stahl- oder Messingfeder und ein Uhrwerk bringen die beim Telegraphiren nöthigen Zeichen hervor. Bei der Beschreibung der ein-

Digitized by Google

zelnen elektro-magnetischen Apparate ist der verborgenen Thätigkeit der Naturkräfte in gebührender Weise Rechnung getragen, und sind die Prinzipien festgesetzt, wonach die Apparate angefertigt werden können. Die besondere Einrichtung eines jeden unterliegt mehr der Willkür des Mechanikers. Das Werk ist für Laien in der Physik berechnet, und deshalb der Verfasser stets bemüht gewesen, der Darstellung eine leicht verständliche Form zu geben. Sollte dennoch etwa dem wißbegierigen Jünglinge, welcher aus der Arbeit Belehrung über die schönste Erfindung der Gegenwart schöpfen will, die Beschreibung dunkel bleiben, so möge er vor den Schwierigkeiten nicht zurückschrecken, möge seine Kraftanstrengung hier, wie immer bei zunehmender Schwierigkeit des Verständnisses wachsen:

Wie (Worte eines russischen Dichters)
von des Hammers Wucht erschüttert
Sich Eisen stählt, doch Glas zersplittert.

Der Verfasser hat die physikalischen Werke von Dr. J. Müller, M. Becquerel und von Ettingshausen, Moigno's Traité de Télégraphie électrique, die einschlagenden Piecen von Dr. A. Poppe, A. Vail, Drescher, von Pelchrzim, Dr. Grieb und das vortreffliche Werk von Dr. Schellen benutzt; auch sind ihm mehrere Instructionen für Telegraphen-Beamte zugänglich gewesen. In wie fern letztere in die vorliegende Arbeit übergegangen, wird der Sachkundige leicht selbst beurtheilen können. Ein Verzeichniß mehrerer, besonders der sinnstörenden Druckfehler ist dem Werke beigegeben, und wird der geneigte Leser gebeten, vor der Lectüre die Correcturen an den betreffenden Stellen auszuführen; unerhebliche Fehler möge er selbst berichtigen.

Dorsten im Januar 1851.

Der Verfasser.

Digitized by Google

Berichtigungen.

Seite	Zeile			
1	5	v. o.	lies	Station zu Station statt Stadt zu Stadt.
1	8	v. o.	=	Susa statt Sufa.
2	9	v. u.	=	hatte man statt hatte er.
4	2	v. u.	=	dieselbe statt um dieselbe.
5	3	v. u.	=	Stangen statt Stange.
6	3	v. u.	=	Arm statt Grad.
7	13 u. 12	v. u.	=	Die Entfernungen der Stationen an einer Telegraphen-Linie entsprechen der Weite, bis zu welcher man durch ein gutes Fernrohr . . .
11	3	v. o.	=	widerfahrenen statt wiederfahrenen.
14	2	v. o.	=	solchen statt solchem.
14	10	v. u.	=	insbesondere folgende statt die früher genannten.
14	2	v. u.	=	diesem statt demselben.
15	15	v. o.	=	überzogen ist statt angezogen wird.
15	8 u. 7	v. u.	=	Je größer die Menge freier Elektricität ist, welche an irgend einer Stelle . . .
22	4	v. o.	=	2w — 2u statt 2w — 2w.
31	4	v. u.	=	selbstständigen statt selbstständig.
32	15	v. u.	=	1700 statt 17000 und Zeile 14 v. u. vorzustellen statt vorgestellt.
33	15	v. o.	=	oder ist die eine statt ist die eine u. Zeile 2 v. u. lies Wir haben statt Wir haben aber . . .
41	12	v. o.	=	Jede solche statt Jede u. Zeile 9 v. u. lies dieselben Eigenschaften statt dieselbe Eigenschaft.
47	3	v. u.	=	nördlich statt genau nördlich.
48	13	v. u.	=	von statt nach.
68	11	v. o.	=	Strom, bei statt Strom bei.
70	7	v. u.	=	Kramer und Halske statt Cramer und Kalske.
72	11	v. o.	=	denselben statt demselben u. Zeile 18 v. o. lies 1849 statt v. J.
75	11	v. o.	=	bilden statt bildet u. Zeile 10 v. u. lies welche statt welcher.
76	18	v. u.	=	streckt statt steckt.
78	16	v. u.	=	eine statt einer.
89	17	v. u.	=	auch den statt den.
90	5	v. o.	=	Steigrad ii statt Zahnrad ii. So überall in § 15.
92	11 u. 12	v. o.	=	in einen und denselben Leitungsdraht.
94	7	v. o.	=	f statt f'.

Digitized by Google

Seite	Zeile			
95	13	v. o.	=	an statt von, ebenso Zeile 7 v. u. Zeile 2 v. u. lies Steigrad ii statt Zahnrad R, ebenso Seite 96 Zeile 10 v. u. u. S. 101 Z. 18 v. o. u. Z. 13 v. u.
97	4	v. u.	=	an statt von.
99	12	v. u.	=	diesen statt dieser.
101	10	v. u.	=	f statt f', und 26 statt 24.
107	7, 9 u. 16	v. o.	=	l statt e.
111	7	v. o.	=	zur Linken statt 2, Zeile 14 v. u. Stationen statt Station und Zeile 3 v. u. zu sehen statt geschehen.
112	9	v. o.	=	Telegraphen statt Telegraph
116	18	v. u.	=	Herne statt Heren.
118	5	v. o.	=	bei den statt beiden u. Z. 10 u. 11 v. o. D, Z statt D Z.
119	16	v. o.	=	auf ı statt auf u. Z. 15 v. u. 37 statt 27.
121	14 u. 15	v. u.	=	derselben mit der folgenden Feder statt desselben mit dem folgenden Stäbchen, Z. 7 v. u. der Strom durch den Draht y statt der Draht y.
122	17	v. o.	=	den der statt der der.
123	6	v. u.	=	9 statt g.
125	19	v. u.	=	Siemensschen statt Siemenschen.
127	11	v. u.	=	über statt unter.
131	18	v. u.	=	dreht statt befindet, Z. 3 v. u. u statt U.
132	7	v. u.	=	um statt durch.
133	20	v. u.	=	M statt M'.
135	2	v. u.	=	Weckers statt Werkes.
137	17	v. u.	=	Messingplatten statt Messingplatte.
139	19	v. u.	=	l' statt l.
141	11	v. u.	=	e statt l.
144	7	v. u.	=	s statt 5.
147	5	v. u.	=	m'h' statt m'k', Z. 6 u. 11 v. o. h' statt k, Z. 17 v. o. Zapfen 8 statt Zapfen.
152	16 u. 17	v. u.	=	Oschersleben u. Deutz statt Aschersleben u. Deutsch.
154	11	v. u.	=	trägt statt trägt demnach.
157	5	v. u.	=	Staats=Depeschen und der Depeschen der Eisen= statt Staats=Depeschen der Eisen=.

In Figur 28, 4 lies p' statt p und p statt p'.
= = 29 fehlt die vorspringende kleine Platte, welche durch a bezeichnet wird.
= = 32 fehlen die Strichelchen, welche den Messingstreifen andeuten, der die Klemme b mit dem mittleren Stab m verbindet.
= = 49 muß das große Kammrad, in dessen Mitte der Trieb x sichtbar ist, mit r'r' bezeichnet werden.

Digitized by Google

Inhalt.

Erster Theil.

Theoretisches.

Zweiter Theil.

Beschreibung der elektro-magnetischen Apparate.

Digitized by Google

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Digitized by Google

Einleitung.

Verschiedene Mittheilungsweisen von der ältesten Zeit bis auf die Gegenwart, mit besonderer Berücksichtigung der optischen Telegraphen von Chappe.

Um irgend eine Nachricht von einem Orte zu einem andern rasch zu befördern, bediente man sich in alten Zeiten der Eilboten, der sogenannten Tageläufer. Xerxes hatte in seinem ganzen Reiche Rufposten, welche in einem Tage eine Nachricht 30 Tagereisen weit befördern konnten. Von Stadt zu Stadt wurden Männer mit starken Stimmwerkzeugen aufgestellt, welche die zu machende Mittheilung einander zurufen mußten. Noch früher, unter Cyrus, gab es bereits von der Residenz Susa nach den Grenzen des Reiches und in umgekehrter Richtung regelmäßige Reitposten. Der Vater der Geschichte, Herodot, erzählt, daß nichts Natürliches diese reitenden Boten an Schnelligkeit übertreffe. Weit allgemeiner ist im Alterthume die Mittheilung von Nachrichten durch Feuersignale. Auf Höhen und Bergen wurden große Feuer angelegt, um weithin Freudenbotschaften zu verkünden, oder auf die nahende Gefahr des plötzlich hereinbrechenden Feindes aufmerksam zu machen. Diese Feuersignale reichen bis in die graueste Vorzeit. Der Trauerspieldichter Aeschylus erzählt in seinem Agamemnon, daß die Eroberung Troja's durch Feuersignale nach Argos berichtet sei. Es waren nach ihm zu diesem Ende neun Warten hergestellt: die erste auf dem Berge Ida bei Troja, die zweite auf dem hermäi-

Digitized by Google

schen Vorgebirge auf der Insel Lemnos, die dritte auf dem Vorgebirge Athos in Macedonien, die vierte auf dem Berge Makistos (wahrscheinlich auf der Insel Euböa), die fünfte auf dem Messapios in Böotien, die sechste, die Warte von Graja (Tanegra), auf den Uferhügeln des Aesopos, die siebente auf dem Berge Kithairon zwischen Attika, Böotien und Megaris, die achte auf dem Aigiplanktos in Megaris, die neunte auf dem Arachnaion bei Argos. Die Nachricht gelangte auf diesem etwa 70 geographische Meilen langen Wege in einer Nacht an Agamemnons Gemahlin Klytemnestra.

Diese Feuersignale sind im Alterthume ganz gewöhnlich. Die alten Schriftsteller thun ihrer an sehr vielen Stellen Erwähnung. Eben so häufig kommen Fackelsignale vor. Mit heller Flamme brennende Fackeln wurden in der Luft geschwenkt, um auf eine plötzliche Gefahr, z. B. auf einen unerwarteten Ueberfall des Feindes, aufmerksam zu machen. Sollten diese Fackeln eine Freudenbotschaft bringen, etwa einen Sieg, oder die Annäherung helfender Freunde bezeichnen, so wurden sie ohne alle Bewegung in die Höhe gehalten. Zum Gebrauch der Fackeln legte Hannibal Signalthürme in Spanien und Afrika an; der König Perseus von Macedonien ließ solche in seinem ganzen Reiche erbauen. Die Trajansäule stellt einen Thurm dar, aus dessen zweitem Stocke eine Fackel hervorragt, eine Andeutung, daß der Gebrauch der Fackeln auch den Römern bekannt war. In Griechenland wurde die Fackelschrift bis zu einer hohen Stufe der Vollkommenheit gebracht. Cleoxenos und Demoklitos haben eine sehr sinnreiche Fackelsprache erfunden, mit deren Hülfe man im Stande war, eine aus mehreren Wörtern bestehende Depesche mit einer für die damalige Zeit großen Geschwindigkeit in die Ferne mitzutheilen. Nach Polybius (X, 45—47) hatte er die Buchstaben in fünf lothrechte Reihen geordnet, wie Figur 1 zeigt. Auf jeder Warte hatten die Späher eine solche Tabelle. Die Fackeln wurden an der linken und gleichzeitig an der rechten Seite emporgehalten, und es hatten die Späher genau hierauf zu merken. Die Anzahl der Fackeln auf der linken Seite der Warte bezeichnete die lothrechte Reihe, dergestalt, daß eine Fackel die erste, zwei die zweite Reihe bezeichneten u. s. w. Die Anzahl der Fackeln auf der rechten Seite deutete an, der wie-

vielste Buchstabe in der Reihe gemeint sei, also eine Fackel bezeichnete den ersten und obersten Buchstaben A, zwei den zweiten B, drei den dritten C, u. s. w. Wollte nun eine Warte der nächsten z. B. das Wort „Kaiser" mittheilen, so verfuhr die sprechende Warte in folgender Weise: Die Fackelträger hielten auf der linken Seite der Warte zwei Fackeln in die Höhe, zum Zeichen, daß der erste Buchstabe des mitzutheilenden Wortes in der zweiten lothrechten Reihe zu suchen sei. Andere Fackelträger hielten an der rechten Seite der Warte gleichzeitig fünf Fackeln in die Höhe, zum Zeichen, daß der fünfte Buchstabe in dieser Reihe zu suchen sei. Der fünfte Buchstabe in der zweiten lothrechten Reihe ist K. Nachdem dieses Zeichen deutlich gegeben war, wurden sämmtliche in die Höhe gehaltene Fackeln unter eine Blendung gebracht und dadurch dem Auge der Späher auf der nächsten Warte entzogen. Darauf wurde an der linken Seite der Warte eine Fackel emporgehalten, eben so eine an der rechten Seite. Erstere bedeutete, daß der zweite Buchstabe in der ersten lothrechten Reihe zu suchen sei; letztere, daß er der erste (oberste) Buchstabe in dieser Reihe (A) sei. Nachdem die Fackeln wieder eine kurze Zeit unter die Blendung gebracht waren, wurden an der linken Seite der Warte zwei, und an der rechten vier Fackeln ausgestreckt, zum Zeichen, daß der dritte zu merkende Buchstabe in der zweiten lothrechten Reihe der vierte sei (I). Nachdem dann die Fackeln wieder eine kurze Zeit unter der Blendung verborgen gewesen waren, wurden an der linken Seite vier, und an der rechten drei Fackeln in die Höhe gehalten, und dadurch angedeutet, daß der vierte mitgetheilte Buchstabe in der vierten lothrechten Reihe und an der dritten Stelle stehe (S). Die Fackeln wurden darauf eine kurze Zeit wieder unter die Blendung gebracht, und dann links eine und rechts fünf Fackeln emporgehalten, zum Zeichen, daß der nunmehr zu merkende Buchstabe in der ersten lothrechten Reihe der fünfte sei (E). Endlich wurden auf der linken Seite der Warte vier und auf der rechten zwei Fackeln in die Höhe gehoben, um in derselben Weise R zu bezeichnen. Ganz auf dieselbe Art konnten begreiflicher Weise auch mehrere Wörter der nächsten Warte mitgetheilt, also eine Depesche jeglichen Inhalts an dieselbe befördert werden.

Digitized by Google

Der Mangel an Fernröhren und die Ungunst der Witterung mußten diese Art der Telegraphie, wie sinnreich sie auch war, sehr erschweren; es ist auch nicht bekannt geworden, daß sie zu allgemeiner Anwendung gekommen.

Die Chinesen zündeten auf ihrer langen Mauer von Strecke zu Strecke Feuer an, um die Ankunft feindlicher Tartarenvölker zu signalisiren. Diese Feuer, welche vom Regen nicht ausgelöscht wurden, verbreiteten ein hellglänzendes, die Nebel durchdringendes Licht. Außerdem finden wir im Mittelalter die Hochwachten in der Schweiz, die Nothfeuer in Schottland (die bekannten Feuersignale der Alten), auf einzelnen adeligen Burgen die Schnellläufer, sonst keine Spur von rascher Mittheilung. Im Jahre 1670 wurde von Morland das Sprechrohr erfunden, welches zur See noch jetzt gebraucht wird. Der englische Mathematiker Robert Hook schlug im Jahre 1684 zuerst den Gebrauch von Fernröhren vor, um gegebene Signale aus großer Ferne wahrnehmen zu können, und regte dadurch den ersten Gedanken zur optischen Telegraphie an.

Unter dem Sturmhauche der ersten französischen Revolution trat endlich ein Mann auf, der die Mittel ausfindig machte, mit einer bis dahin nie gesehenen Geschwindigkeit Nachrichten von einem Orte zum anderen zu befördern. Der Ingenieur **Claude Chappe,** geboren 1763 zu Brulon im Departement du Maine, erfand zuerst den optischen Telegraphen. Der Minister Richelieu hatte früher den Erfinder der Benutzung des Dampfes, Salomon de Caus, in's Narrenhaus geschickt; auch Chappe erfuhr allerlei Widerwärtigkeiten. Als er 1791 die Erlaubniß erhalten hatte, versuchsweise einen optischen Telegraphen seiner Erfindung anzulegen, und die erste Station auf der Barriere de l'Etoile zu Paris errichtete, wurde derselbe vom Volke zerstört. Ein zweiter von ihm angelegter Telegraph erregte ein solches Aergerniß bei dem souverainen Volke, daß ein tumultuarischer Auflauf entstand, der Telegraph den Flammen preisgegeben wurde und er selbst Gefahr lief, in dieselben geworfen zu werden. Im Jahre 1792 legte Chappe seine Erfindung dem National-Convente vor. Dieser beauftragte eine Commission von Sachverständigen, um dieselbe zu prüfen. Die Commission stattete dem National-Convente einen sehr günstigen Bericht ab;

Digitized by Google

derselbe dekretirte darauf, im Juli 1793, die Anlegung von optischen Telegraphen-Linien in der ganzen Ausdehnung der Republik und ernannte Chappe zum Dirigenten derselben.

Wenn auch der Gebrauch der Fernröhre, so wie die Anlage von Stationen in bestimmt abgemessenen Entfernungen, schon früher vorgeschlagen waren; so ist doch nicht nur die ganze technische Einrichtung dieses Telegraphen, sondern auch die Signalsprache eine ausschließliche Erfindung Chappe's. Die zweite Figur stellt den Chappe'schen Telegraphen von der Fronte, die dritte von der Seite dar. CG ist eine senkrechte, 14—15 Fuß lange Leiter, welche in Figur 3 von der Vorderseite gesehen wird, während die Figur 2 blos die Seitenansicht darstellt. Die oberste Sprosse dieser Leiter bildet die Achse für den 14 Fuß langen und 13 Zoll breiten Rahmen AB (Figur 2), der sich auf und nieder bewegt, indem er sich mit der Achse dreht. An beiden Enden dieses mittleren Hauptrahmens befinden sich, ebenfalls an bewegliche Achsen befestigt, die sechs Fuß langen und einen Fuß breiten Seitenrahmen oder Flügel AD und BE. Diese Flügel bewegen sich, wie der Hauptrahmen, in senkrechter Drehung; sie sind über ihre Achsen hinaus in dünne eiserne Stangen verlängert, welche an der nächsten Station nicht gesehen werden, aber nicht fehlen dürfen, weil sie das Gewicht g tragen müssen. Durch dieses Gewicht bekommen nämlich beide Arme eines jeden Flügels eine gleiche Schwere und können desto leichter mit ihrer Achse gedreht werden. Die drei Rahmen oder Arme in der Stellung der zweiten Figur bilden ein Zeichen. Die drei Arme drücken überhaupt durch ihre verschiedenen Stellungen die verschiedenen Zeichen oder Signale aus, welche von der nächsten Station durch ein Fernrohr beobachtet und durch den Telegraphisten wiederholt werden, damit die dritte Station sie in derselben Weise beobachten und nachahmen könne. Es ist nun wohl zu beachten, daß die drei Stangen ab, ad und be, welche sich am unteren Ende der Leiter und im Stationszimmer befinden, ihre Stellungen den oberen großen Armen, welche hoch in der Luft stehen, mittheilen. So wie der signalisirende Beamte diese Stange dreht, eben so stellen sich sogleich die oberen großen Arme. Das Zeichen, welches diese drei Stangen im Kleinen darstellen, wird auch von den drei großen Armen oben im Gro-

Digitized by Google

ßen ausgedrückt. Der Beamte hat demnach das Zeichen, welches er auf dem Stationsgebäude durch die drei großen Arme darstellen will, in seinem Zimmer jedes Mal vor Augen. Die drei Stangen ab, ad und be sind Hebel, welche sich gerade so, wie die drei Arme oben, in senkrechter Richtung mit ihren Achsen, c, a und b drehen. Um sich den Mechanismus, wie ihn Figur 3 darstellt, recht zu veranschaulichen, mag sich der Leser des gewöhnlichen Spinnrades erinnern. Eine in sich selbst zurücklaufende, straff gespannte Schnur ist bei demselben um das Rad und um die Rolle der Spule gelegt. Diese Schnur bewirkt, daß sich Rolle und Rad gleichmäßig umdrehen, dergestalt, daß die Rolle eine Viertel- oder halbe Umdrehung macht, wenn sich das Rad um den vierten Theil oder die Hälfte seines ganzen Umfanges umdreht. Die Rollen 1, 3, 6 und 7 (Figur 3) sind Doppelrollen. An die Achse fc ist die Rolle 10 befestigt; die Doppelrollen 1 und 3 sitzen lose um dieselbe. Mit der Stange fc dreht sich also blos die Rolle 10 um, die anderen beiden nicht. An die Achse FC oben ist die Rolle 9 befestigt; die Rollen 6 und 7 sitzen lose um dieselbe. Wenn die Achse FC sich umdreht, macht also blos die Rolle 9 dieselbe Bewegung. Die Rollen 4, 2, 5 und 8 sind an ihre Achsen ebenfalls befestigt und bewegen sich gleichmäßig mit denselben. Um die Rollen 9 und 10 ist eine in sich selbst zurücklaufende, fest angespannte Kette gelegt, eben so um die Rollen 4 und 3, 3 und 6, 6 und 5, 2 und 1, 1 und 7, 7 und 8. Wenn nun der Hebel be unten um ein Viertel seines ganzen Umfanges gedreht, also aus der senkrechten Lage nach unten in die wagerechte gebracht wird, so machen die Rollen 4, 3, 6, 5 und der Flügel BE dieselbe Bewegung. BE ist also auch in die wagerechte Lage gebracht worden. Wird der Hebel ad um ein Viertel eines ganzen Rundganges gedreht, also auch aus der senkrechten Lage nach oben in die wagerechte gebracht, so machen die Rollen 2, 1, 7, 8 und der Flügel AD dieselbe Bewegung. Wird der mittlere Hebel ab aus der senkrechten in die wagerechte Lage gebracht, so drehen sich die Rollen 10, 9 und der mittlere Grad AB oben um den gleichvielsten Theil einer ganzen Umdrehung, es kommt also auch AB in die wagerechte Lage. In welche Lage überhaupt die kleinen Hebel ab, be und ad ge-

Digitized by Google

bracht werden, in dieselbe Lage werden vermittelst der Rollen und der um sie gelegten Ketten auch die großen Arme AB, BE und AD gebracht. Die Arme AB, BE und AD werden nun überhaupt zur Darstellung der Signale in folgende Lagen gebracht: 1) Der Arm AB steht entweder senkrecht oder wagerecht, oder nimmt die mittlere Lage zwischen den beiden genannten Lagen ein, er macht also blos Bewegungen von 45, 90 ꝛc. Grad einer ganzen Umdrehung; keine Bewegung beschreibt also weniger als einen halben rechten Winkel. Kleinere Winkel beschreiben der Arm AB und auch die anderen beiden Arme nicht, weil diese von der nächsten Station nicht immer deutlich wahrgenommen werden könnten. 2) Der Arm BE hat überhaupt dieselbe Lage, welche der mittlere Hauptarm AB einnimmt, oder er bildet einen Winkel von 45, oder 90 Grad mit demselben; er kann dabei sowohl nach oben als nach unten, oder wenn der mittlere Hauptarm eine senkrechte Lage hat, sowohl nach der rechten, als auch nach der linken Seite gestreckt sein. Eben so ist es mit dem Arme AD. Die sämmtlichen möglichen Stellungen der drei Arme bilden die Signale oder Zeichen, von denen jedes seine bestimmte Bedeutung hat. Auf jeder Telegraphen-Station ist, wofern sie eine Zwischenstation ist, ein Fernrohr nach der nächsten Station an der einen Seite, ein zweites Fernrohr nach der nächsten Station an der anderen Seite gerichtet, um von beiden Seiten her die gegebenen Signale beobachten zu können. Zwei Depeschen können sich einander nicht begegnen. Die Entfernung der Stationen, an einer Telegraphen-Linie, entsprechen der Weite, bis zu welcher ein gutes Fernrohr auch bei trübem Wetter und bedecktem Himmel die gegebenen Signale deutlich wahrnehmen kann. Die durchschnittliche Entfernung beträgt zwei preußische Meilen, steigt aber zuweilen bis zu vier Meilen. In einer Gegend, wo häufige und dichte Nebel vorherrschen, sind die Stationen natürlich einander näher gerückt, eben so in Gebirgsregionen. Die Stationen sind in der Regel auf Thürmen, hohen Gebäuden, so wie auf den Gipfeln der Berge angebracht. Nur zwei Männer, gewöhnlich Invaliden, sind auf jeder Station beschäftigt; der eine beobachtet die etwa gegebenen Signale der nächsten Station, der andere wiederholt sie für die nächste Station nach der anderen Seite hin. Nur an jeder

Digitized by Google

Endstation befindet sich ein Beamter, der den Schlüssel zu den Zeichen des Telegraphen besitzt und dieselben in die gewöhnliche Sprache übersetzt. Die Beamten an den sämmtlichen Zwischenstationen sind in die Zeichensprache nicht eingeweiht. Weil ein optisches Instrument, das Fernrohr, ein wesentliches Requisit dieses Telegraphen ist, so heißt er optischer Telegraph. (Opto heißt in der griechischen Sprache: ich sehe.)

Die erste im Jahre 1794 in Frankreich angelegte Linie optischer Telegraphen von Paris nach Lille wurde 1798 bis Dünkirchen und 1803 bis Brüssel verlängert. Im Jahre 1798 wurde eine zweite Linie von Paris nach Straßburg angelegt, und eine dritte von Paris nach Brest. Napoleon ließ 1805 eine vierte von Paris nach Mailand ausführen und dieselbe 1810 bis Venedig verlängern. In den Jahren 1809 und 1810 wurden auch Antwerpen und Boulogne, Brüssel und Amsterdam durch Telegraphen-Linien verbunden. Die Linie von Paris nach Bayonne wurde 1823 ausgeführt.

Die Veränderungen, welche der von Chappe erfundene optische Telegraph im Auslande erfahren hat, sind unwesentlich und bestehen bei einigen Telegraphen darin, daß man die drei großen Hebelarme durch sechs solche Arme oder sechs achteckige Brettchen ersetzt hat. Während Frankreich bereits mit einem Netze von Telegraphen-Linien überzogen war, nahm das Ausland lange Anstand, dieselben bei sich einzuführen. Der Stolz der Engländer ließ es nicht zu, von der schönen Erfindung der verhaßten Franzosen Gebrauch zu machen. Die häufigen Nebel ihres gesegneten Eilandes erschwerten übrigens bei ihnen die optische Telegraphie. Lord Murray construirte einen optischen Telegraphen, bei welchem sechs achteckige Bretter die Signale darstellten. Eine Linie solcher Telegraphen wurde von London nach Dover und Portsmuth, und eine zweite von Liverpool nach Holyhead (156 englische Meilen) angelegt. Die englische Regierung ließ 1823 eine solche Telegraphen-Linie zwischen Calcutta und Chunard, und eine andere, 500 englische Meilen lange, in der Präsidentschaft Bombay ausführen. In Schweden wurde bereits im letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts eine Linie optischer Telegraphen von Stockholm nach Trannberg und Drottningholm, und 1838 eine andere von Stockholm nach Landfort

errichtet. In Dänemark war seit 1802 die Mitbenutzung einer aus 2 Stationen bestehenden Telegraphen-Linie von Nyborg nach Korsör über den großen Belt dem Publikum freigegeben. Der Vice-König von Aegypten, Mehemed Ali, ließ vor etwa 25 Jahren Alexandrien mit Cairo durch Chappesche Telegraphen verbinden. In den Jahren 1832 bis 1835 wurde in Deutschland, und zwar in Preußen, die erste Linie optischer Telegraphen von Berlin über Potsdam, Magdeburg, Köln, Koblenz bis Trier mit 63 Stationen und mit einem Kostenaufwande von 170,000 Thalern ausgeführt. Die vierte Figur giebt ein Bild davon. Die erste durch diese Telegraphen beförderte erhebliche Depesche war im Juli 1835 der Mordversuch Fieschi's. In Rußland wurde 1839 Petersburg mit Warschau durch optische Telegraphen verbunden.

Die Geschwindigkeit, mit welcher man vermittelst der optischen Telegraphen eine Nachricht nach einem entfernteren Orte mittheilen kann, übertrifft bei weitem die Geschwindigkeit der bis dahin bekannten Mittheilungsweisen. Von Paris gelangt ein Zeichen in 2 Minuten nach dem 60 Stunden entfernten Lille, in 5 Minuten 52 Sekunden nach dem 120 Stunden entfernten Straßburg, in 6½ Minuten nach dem 150 Stunden entfernten Brest, in 13½ Minuten nach Toulon und in 14 Minuten nach Bayonne.

Es möchte wohl nicht ohne Interesse sein, zu erfahren, was die Veranlassung zu der Erfindung des optischen Telegraphen gewesen ist. Die 3 Brüder Chappe hatten das elterliche Haus verlassen, um höhere Bildungsanstalten zu besuchen. Der eine, Claude Chappe, war in das Seminar zu Angers geschickt worden, die beiden anderen in eine Pension unweit Angers. Der erstere empfand die Trennung von seinen Brüdern schmerzlich und sann auf ein Mittel, sich mit ihnen unterhalten zu können. Er befestigte an die beiden Enden eines gewöhnlichen Richtscheites zwei bewegliche Flügel, und gelangte allmählig dahin, mit diesen drei Theilen 192 Zeichen zu geben, denen er eine bestimmte Bedeutung beilegte. Er theilte seinen beiden Brüdern die Sache mit, und die drei Zöglinge sahen sich in den Stand gesetzt, sich mit einander zu unterhalten, indem sie gegenseitig mit kleinen Fernröhren die Signale, welche mit jenem einfachen Instrumente

Digitized by Google

gegeben wurden, beobachteten. Ein glücklicher Zufall brachte den Chappeschen Telegraphen in Aufnahme. Die erste Depesche, welche Chappe vermittelst der eben errichteten Telegraphen-Linie zwischen Paris und Lille dem National-Convente mitzutheilen hatte, war ein Sieg. Er meldete nämlich demselben während der Sitzung, daß die Nordarmee so eben die Festung Conde den Oesterreichern wieder genommen habe. Der National-Convent ließ sogleich zurücktelegraphiren, „daß die Nordarmee sich um das Vaterland verdient gemacht habe". Chappe hatte die Freude, dem National-Convente noch während derselben Sitzung anzuzeigen, daß der Armee bereits das Dekret des Conventes mitgetheilt sei.

Eine nähere Erörterung rücksichtlich der Zeichensprache Chappe's liegt außer dem Ziele der vorliegenden Arbeit. Deshalb findet nur folgende Notiz hier eine Stelle. Die durch die Chappeschen Telegraphen gegebenen Zeichen bezeichnen entweder einen Buchstaben, oder eine Silbe, oder ein Wort, oder einen ganzen Satz. Die Zeichen für die Buchstaben und Silben sind in einem Vocabularium zusammengestellt, die für die Wörter in einem andern, die für die Sätze in einem dritten. Da die Sprache eines jeden civilisirten Volkes in Europa gegen eine halbe Million Wörter enthält, ohne die Eigennamen, die technischen Ausdrücke und die verschiedenen Formen der Nenn- und Zeitwörter mitzuzählen, da diese Wörter zu einer unendlichen Anzahl von Gedanken und Sätzen zusammengesetzt werden können; so ist begreiflich, daß jene Vocabularien, insofern die Zeichen in denselben nicht Buchstaben bezeichnen, nur höchst dürftig und unzureichend sind und die Schnelligkeit der Mittheilung bedeutend vermindern. Seitdem der Mensch in der Elektricität den schnellsten und sichersten Ueberbringer seiner Gedanken gefunden hat, ist von der optischen Telegraphie keine Rede mehr, und werden die noch bestehenden Linien optischer Telegraphen in nächster Zukunft eines sicheren Todes entschlafen. Dennoch müssen wir das Genie des Erfinders der optischen Telegraphen bewundern und können unsere Achtung einem Manne nicht versagen, der eine Mittheilungsweise ersann, welche an Geschwindigkeit Alles weit hinter sich zurückläßt, was die Menschen seit 60 Jahrhunderten erfunden haben.

Claude Chappe, der seinem Vaterlande zur Zeit so große

Dienste erwiesen, erlitt, wie so viele andere große Männer, manche bittere Anfeindung; schelsüchtige Neider machten ihm insbesondere das Verdienst der Erfindung streitig. Ueber die wiederfahrenen Kränkungen in tiefe Schwermuth versunken, machte er seinem Leben 1805 dadurch ein Ende, daß er in einen Brunnen sprang. Auf dem Friedhofe Pere la Chaise zu Paris, der so viele berühmte Männer Frankreichs beherbergt, ruhen seine sterblichen Ueberreste. Ein kleiner optischer Telegraph schmückt sein Grab.

Digitized by Google

Erster Theil.

Theoretisches.

---

§ 1. Von der Elektricität.

Mehrere Körper, als Schwefel, Glas, Harz, Bernstein, Phosphor und andere erhalten, wenn sie mit Seide, Wolle oder Leder gerieben werden, die wunderbare Eigenschaft, verschiedene leichte Gegenstände anzuziehen und wieder abzustoßen. Papierschnitzel, Sägespäne, Blättchen von Flittergold, Kügelchen aus dem Mark des Hollunders werden nicht selten schon aus der Entfernung von ½ Fuß von einander angezogen und wieder abgestoßen. Diese Erscheinung rührt offenbar von irgend einer verborgenen Ursache her. Jede von dem menschlichen Willen unabhängige Ursache einer Erscheinung heißt Kraft oder Naturkraft. Die Erscheinung des Anziehens und Abstoßens wurde an dem geriebenen Bernsteine 600 Jahre vor Christi Geburt von griechischen Gelehrten zuerst beobachtet. Bernstein heißt in der griechischen Sprache Elektron; die verborgene Ursache jener Erscheinung wurde deshalb Elektricität genannt. Bis zum 17. Jahrhundert nach Christi Geburt hat man von der Elektricität nichts weiter, als die anziehende und abstoßende Kraft gekannt. Um das Jahr 1670 verfertigte der Bürgermeister von Magdeburg, Otto von Guericke, die erste noch höchst unvollkommene Elektrisirmaschine, welche aus einer drehbaren Schwefelkugel bestand. Er eröffnet die Reihe der großen Männer, welche, Sterne hellesten Glanzes am physikalischen Himmel, die Elektricität, die ge-

Digitized by Google

waltigste der Naturkräfte, erforschten und die Gesetze ihrer Wirksamkeit feststellten; welche, um nur Einiges zu sagen, den flammenden Blitz, der aus der schwarzen Gewitterwolke zur Erde herniederfährt, unschädlich machten und Einrichtungen ins Leben riefen, vermöge deren der Mensch vermittelst eben dieser Naturkraft gegenwärtig seine Gedanken mit einer so unglaublichen Schnelligkeit von einem Orte zum andern befördern kann, daß Zeit und Raum als verschwindend erscheinen.

Man stellt sich die Elektricität, wie auch andere Naturkräfte, als eine äußerst feine, unwahrnehmbare Flüssigkeit vor, welche sich in allen organischen und unorganischen Körpern befindet. Es ist dieses blos eine Weise, sich dieselbe zu versinnlichen; ihr Wesen bleibt uns eben so verborgen, wie das Wesen alles Geistigen. Reibt man eine Glasstange mit Seide oder Wolle und nähert ihr ein an einem seidnen Faden hangendes Kügelchen aus Hollundermark, so wird dasselbe anfänglich angezogen, später aber, wenn sich ihm die Elektricität der Glasstange mitgetheilt hat, wird es von derselben abgestoßen und so lange abgestoßen, als es seinen elektrischen Zustand behält. Reibt man nun eine Siegellackstange und nähert ihr ein anderes, ebenfalls an einem seidnen Faden hangendes Korkkügelchen, so wird auch dieses von derselben angezogen. Sobald sich ihm aber die Elektricität der Siegellackstange mitgetheilt hat, wird es von derselben abgestoßen. Da in beiden Fällen Stange und Kügelchen dieselbe Elektricität haben, so geht daraus hervor, daß *dieselben Elektricitäten sich abstoßen*. Nähert man aber die beiden so elektrisirten Kügelchen einander, so werden sie sofort angezogen, lassen sich aber bald wieder los und scheinen ihre elektrische Eigenschaft verloren zu haben.

Du Fay hat die Verschiedenheit der Elektricitäten im Jahre 1635 zuerst entdeckt. Seitdem nimmt man an, daß die elektrische Flüssigkeit aus zwei verschiedenen Arten besteht. Wenn sich die verschiedenen Elektricitäten in gleicher Menge vereinigen, so heben sie einander in ihren Wirkungen auf, neutralisiren sich. Man hat die beiden verschiedenen elektrischen Flüssigkeiten deshalb dem mathematischen Sprachgebrauche gemäß *entgegengesetzte Elektricitäten* genannt, und zwar die Elektricität der Glasstange die positive (+ E), die der Siegellackstange

Digitized by Google

die negative (— E). Hat man einem Kügelchen aus Hollundermark positive, einem andern eben solchem Kügelchen negative Elektricität mitgetheilt und nähert sie darauf einander, so ziehen sie sich augenblicklich an, lassen sich aber gleich darauf wieder los. Daraus geht hervor, daß entgegengesetzte Elektricitäten sich anziehen. Sind beide vereinigt, so machen sie die neutrale oder gebundene Elektricität aus. Diese ist es, welche sich in allen Körpern befindet und gleichmäßig in ihre Masse vertheilt ist. Wenn sie in ihre entgegengesetzten Arten getrennt wird, so heißt jede freie Elektricität. Die neutrale Elektricität kann durch Reibung und viele andere Mittel getrennt, d. h. frei gemacht werden. Es wird dann allezeit in dem reibenden Körper die eine Elektricität, in dem geriebenen die dieser entgegengesetzte hervorgebracht. Ein Körper heißt elektrisch oder elektrisirt, wenn in ihm die Elektricität erregt, d. h. die neutrale Elektricität getrennt ist, oder auch, wenn man in denselben freie Elektricität hat hineinströmen lassen, wenn man ihm freie Elektricität mitgetheilt hat. Einem Körper freie Elektricität mittheilen, heißt ihn laden oder ihn mit einer Ladung versehen. Wenn weiterhin von Elektricität die Rede sein wird, so ist allezeit freie positive oder negative Elektricität zu verstehen.

Diejenigen Körper, welche die Elektricität in sich aufnehmen und durch sich hindurch weiter fortpflanzen, oder auch an ihrer Oberfläche leicht weiter fortführen, heißen Leiter. Daß die Leitungsfähigkeit der Körper sehr unterschieden sei, hat Grey im Jahre 1727 zuerst bemerkt. Die besten Leiter sind die Metalle, gut ausgebrannte Kohle, die tropfbar flüssigen Körper, der Rauch, die Flamme u. s. w. Zu den Nichtleitern (d. h. sehr schlechten Leitern) gehören die früher genannten Körper: Schwefel, Glas, Harz, Gutta Percha, Seide, trocknes Holz, Elfenbein, trockne Luft, Kork u. s. w. Sie heißen Isolatoren. Einen Leiter isoliren, heißt ihn blos mit Nichtleitern in Verbindung bringen.

Die freie Elektricität geht nicht blos bei der Berührung, sondern auch in größerer oder geringerer Entfernung aus dem einen Leiter in den andern über. Wenn ein nicht elektrisirter Körper einem elektrisirten genähert wird, so geht die Elektricität in Gestalt von Funken aus demselben in jenen über. Durch einen schlechten Leiter, z. B. durch die Luft, geht sie allezeit als

Digitized by Google

Funke oder Blitz; durch gute Leiter strömt sie dagegen gewöhnlich unbemerkt. Sind zwei Leiter gleich groß, so vertheilt sich die Elektricität so darin, daß in beiden gleich viel vorhanden ist. Ist der eine viel größer, wird z. B. der elektrisirte Leiter mit der Erdoberfläche in Berührung gebracht, so verliert er augenblicklich seine Elektricität, indem dieselbe sofort in den Boden abfließt.

Die Anziehung und Abstoßung der mit freier Elektricität begabten Körper verhalten sich, wie die Dichtigkeit der aufeinander wirkenden elektrischen Flüssigkeiten, und umgekehrt wie die Quadrate ihrer Entfernungen. Elektrisirte Leiter, auch wenn sie noch so gut isolirt sind, verlieren dennoch nach und nach ihre Elektricität; dieselbe geht in die Luft oder in die Erde über und zwar desto schneller, je feuchter die Luft und je mehr der isolirte Träger mit einem feuchten Dunste angezogen wird.

Wird positive Elektricität (dasselbe gilt von der negativen) in einem Leiter gehäuft, so wird sie, wie Poisson zuerst zeigte, auf seine Oberfläche getrieben, denn die Theile einer und derselben freien Elektricität stoßen sich ab, und da diese Abstoßung bei gehöriger Leitungsfähigkeit des Leiters nicht gehemmt wird, so wird die Elektricität nach der Oberfläche desselben hingedrängt. An der Oberfläche des leitenden Körpers wird die Elektricität durch die umgebende isolirende Luft an dem weiteren Auseinandergehen gehindert; dort bildet sie eine dünne Schicht. Ist der leitende Körper kugelförmig, so wird die freie Elektricität über ihn gleichmäßig verbreitet. Die elektrische Schicht hat dann auch eine kugelförmige Gestalt. Der kugelförmige Körper wird demnach von der elektrischen Flüssigkeit umgeben, wie die Erde von ihrer Atmosphäre. Je länger der Körper gestreckt ist, desto mehr häuft sich seine Elektricität nach den Enden hin, und zwar in einem desto höheren Maße, je spitzer diese sind. Eine je größere Menge freier Elektricität aber an irgend einer Stelle der Oberfläche gehäuft wird, desto größer wird ihre Dichtigkeit, desto größer ihre Spannung, desto größer also auch die abstoßende Kraft ihrer einzelnen Theile, desto größer auch das Bestreben, den Widerstand der umgebenden Luft zu durchbrechen. Wird eine elektrische Kugel a b (Fig. 5) einer andern c d genähert, die sich im natürlichen Zustande befindet, d. h. unelektrisch ist oder

Digitized by Google

(was dasselbe sagt) blos neutrale oder gebundene Elektricität enthält; so vertheilt die freie Elektricität der ersteren die neutrale der zweiten, vorausgesetzt, daß die Kugel aus einem leitenden Stoffe besteht. War die Kugel ab mit positiver Elektricität geladen, so treibt letztere die positive Elektricität der andern Kugel nach dem entfernten Ende hin; zieht dagegen ihre negative Elektricität an, so daß diese an dem ihr zunächst liegenden Ende c gehäuft wird. Diese vertheilende Kraft der freien Elektricität ist zuerst von Missionären in Pecking beobachtet worden. Näherte man den Finger dem entfernten Ende d, so würde ein elektrischer Funke in denselben überspringen. Wären beide Kugeln mit derselben Elektricität geladen, so würde sich, wenn sie einander genähert würden, die größte Menge der freien Elektricität an den entgegengesetzten Enden a und d häufen, weil gleichnamige Elektricitäten sich abstoßen. Wären dagegen beide Kugeln mit entgegengesetzter Elektricität geladen, so würde sich die größte Menge derselben an den nächsten Enden b und c häufen, weil übereinstimmende Elektricitäten sich anziehen. Wären beide Kugeln mit entgegengesetzter Elektricität geladen und dieselben einander nahe gebracht; so würden sie sich so stark anziehen, daß die eine Kugel auch dann wenig oder nichts von ihrer Elektricität verlöre, wenn sie mit der Erde in leitende Verbindung gesetzt würde. Eben so wenig würde ein elektrischer Funke aus ihr gelockt werden können. Je mehr Elektricität dagegen in beiden Kugeln gehäuft ist, desto stärker wird ihre gegenseitige Anziehung sein. Bei starker Anhäufung der Elektricität reicht deshalb die isolirende Luftschicht nicht mehr aus, um jene auseinander zu halten. Eine Glaswand isolirt besser, wie das besonders an der leidener Flasche ersichtlich ist. Die leidener Flasche ist ein Glasgefäß mit verengtem Halse, wie es die 6. und 7. Figur in zwei etwas verschiedenen Formen zeigen. Dasselbe wird an der äußern und innern Seite mit Stanniol (Zinnfolie, Glanzfolie) überklebt (Fig. 7); oder blos an der äußern Seite mit dieser Belegung versehen, der innere Raum dagegen unten mit einer leitenden Masse, z. B. Eisenfeilspänchen oder Schrot gefüllt (Fig. 6). Das Stanniol wird mit einem ganz gleichförmigen, leicht vertheilbaren und dünn aufgetragenen Stärkekleister aufgeklebt. Beide Gefäße sind mit einem isolirenden Korkstöpfel dicht verschlossen.

Digitized by Google

Durch diese Korkstöpsel geht eine Metallstange ee tief in die Flasche hinein und wird entweder mit der inneren Belegung (Fig. 7), oder, wenn diese nicht da ist, mit der genannten leitenden Masse in Verbindung gesetzt (Fig. 6). Oben endigt die Stange in einen kugelförmigen Knopf. Der obere verengte Hals des Gefäßes ist von der Belegung frei geblieben und gut gefirnißt. Die leidener Flasche ist im Jahre 1746 von Cuneus oder Muschenbrock erfunden. Um sie zu laden, theilt man z. B. der äußern Belegung freie Elektricität mit, während die innere oder die leitende Masse im Innern mit dem Erdboden in leitende Verbindung gebracht wird, oder man verfährt umgekehrt. Wurde die äußere Belegung der Flasche mit positiver Elektricität geladen, so vertheilt diese die neutrale Elektricität der innern Belegung oder leitenden Masse, die negative wird von der positiven der äußern Belegung angezogen und zurückgehalten, während die positive in den Boden entweicht.

Rührte man mit der einen Hand an die äußere Belegung der geladenen Flasche und mit der andern gleichzeitig an den obern Knopf, so würde man augenblicklich einen starken elektrischen Schlag verspüren, der besonders in den Ellenbogen bemerklich wäre und die Nerven des Körpers in krampfhafte Bewegung setzen würde. Vereinigt man mehrere Flaschen in der Weise, daß die äußern Belegungen sämmtlich mit einander in leitende Verbindung gesetzt werden, ebenso die innern; so erhält man eine elektrische Batterie. Eine solche elektrische Batterie übt, gehörig geladen, bedeutende Wirkungen. Leitet man die Elektricität der äußern Belegung durch einen Draht in einen leitenden Körper, die der innern Belegung durch einen zweiten Draht in denselben Körper; so gehen beide Elektricitäten vermöge ihrer Anziehungskraft in diesen Körper und vereinigen sich in demselben. Dieser mit einer äußerst großen Geschwindigkeit erfolgende Uebergang bewirkt den elektrischen Schlag. Beide Drähte heißen, wenn sie mit einander verbunden sind, Schließungsdraht. Sie können mit ihren Enden auch um ein ganz Weniges von einander entfernt bleiben; in diesem Falle strömt die Elektricität in Gestalt von Funken aus der Spitze des einen Drahtes in die Spitze des andern über. Durch den elektrischen Schlag können Mäuse, Hühner, Hunde und auch größere Thiere

Digitized by Google

getödtet, brennbare Flüssigkeiten und Schießpulver entzündet, Metalle, namentlich die weniger gut leitenden, glühend gemacht, geschmolzen und selbst verflüchtigt, schlechte Leiter, als: Holz, Glasscheiben, Ziegelsteine zertrümmert, Wasser mit Gewalt auseinander geschleudert werden u. s. w. Die Wirkungen der elektrischen Batterie erregten die allgemeine Bewunderung der gebildeten Welt; seitdem man diese kennen gelernt hatte, war man von der Aehnlichkeit des elektrischen Schlages und des Blitzes überzeugt. Beide üben ganz ähnliche Wirkung, nur sind die des Blitzes stärker, was auch natürlich ist, indem aus einer sich entladenden Gewitterwolke eine viel größere Menge Elektricität ausströmt. Der Donner ist der Knall, welchen der mächtige elektrische Strahl hervorbringt, indem er die Luft gewaltsam erschüttert und auseinander schleudert. Man sieht deshalb häufig den Blitz eher, als man den Knall hört, weil der elektrische Strahl seinen Weg durch die Luft viel schneller zurücklegt als der Schall. Je näher die Gewitterwolke ist, aus welcher der Blitz herniederfährt, desto kürzer ist die Zeit, welche zwischen der Wahrnehmung des Blitzes und des Knalles liegt. Ist die sich entladende Gewitterwolke nahe über uns, so werden auch Blitzstrahl und Donner fast gleichzeitig bemerkt. Um die Mitte des 18. Jahrhunderts stellte der Nordamerikaner Franklin die ersten Versuche an, um die Aehnlichkeit des elektrischen Schlages und des Blitzes zu beweisen und den Stoff des Blitzes zu sammeln. Der Franzose Dalibar und er ließen fast gleichzeitig fliegende Drachen (ein bekanntes Spielzeug der Knaben, in Westphalen Windvogel genannt) in die Luft steigen, um vermittelst einer Schnur die Elektricität zur Erde hinabzuleiten. Sie sahen zu ihrer großen Freude lange Funken aus ihren Apparaten herausfahren, und Franklin entdeckte bald den bekannten Blitzableiter. Der Stoff, woraus der Blitz besteht und die durch Reibung frei gewordene Elektricität sind demnach im Grunde dasselbe.

Bereits vor 100 Jahren stellte man in Frankreich und England höchst merkwürdige Versuche an, um zu erfahren, ob und wie sich auch diese Elektricität durch den Erdboden fortpflanze. Professor Müller sagt darüber in dem im Vorworte erwähnten Werke Theil II. Seite 103 Folgendes: „Von einem gegebenen Punkte ausgehend, würde ein mehrere 100 Klafter langer Me-

talldraht, durch Pflöcke von trockenem Holze isolirt, über ein Terrain von sehr abwechselnder Natur und über Flüsse hinweggeleitet, und das entfernte Ende in den Boden gesteckt. Am Ausgangspunkte wurde eine geladene Flasche auf den Boden gestellt und mit dem einen Ende des Drahtes der Knopf berührt. Der elektrische Schlag ging durch die Länge des Drahtes hindurch, ging dann in den Boden und in demselben zur äußern Belegung der Flasche zurück. Der Länge des Weges und der mannigfachen Hindernisse ungeachtet erfolgte die Entladung der Flasche eben so momentan, als ob man einen kurzen Schließungsdraht gebraucht hätte."

In der angegebenen Weise glaubte man schon um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gefunden zu haben, daß entgegengesetzte Elektricitäten, welche in einer elektrischen Batterie erzeugt waren, sich auch dann noch wieder vereinigten, wenn sie zu diesem Ende weite Strecken des Erdbodens durchströmen müßten.

§. 2. Von der Geschwindigkeit der Elektricität.

Der Länge des Weges ungeachtet, so hieß es vorhin, erfolgte die Entladung der Flasche eben so momentan, als wenn man einen kurzen Schließungsdraht gebraucht hätte. Es geht daraus hervor, daß die Elektricität mit einer großen Schnelligkeit den leitenden Körper durchströmt. Der Däne Olaf Römer hatte in den Jahren 1675 und 1676 sorgfältige Beobachtungen angestellt, um mit den Bewegungen der vier Monde, welche den Planeten Jupiter umkreisen, bekannt zu werden. Er wurde durch diese Beobachtungen in den Stand gesetzt, in völlig evidenter Weise die Schnelligkeit des Lichtes zu berechnen. Dasselbe durcheilt in einer Sekunde einen Weg von etwa 42,000 Meilen. Da die Sonne fast 22 Millionen Meilen von der Erde entfernt ist, so gelangen ihre Strahlen ungefähr in 8⅔ Minuten bis zu derselben. Der Mond ist gegen 50,000 Meilen von der Erde entfernt, sein Licht wird folglich in etwas mehr als einer Sekunde auf die Erde reflektirt. Der Umfang der Erde beträgt 5400 Meilen, das Licht eilt also in einer Sekunde beinahe 8mal um dieselbe herum. Von der großen Schnelligkeit des elektrischen Fluidums kann sich ein Jeder leicht überzeugen. Wenn ein elek-

Digitized by Google

trischer Funke aus einem Körper in einen andern überspringt, so geschieht das mit einer solchen Schnelligkeit, daß man nicht sehen kann, von welchem Körper er in den andern übergeht, ob von dem einen in den anderen, oder umgekehrt. Wenn der Blitz im Zickzack durch die Lüfte eilt, so vermag unser Auge kaum seinem schnellen Laufe zu folgen; wenn er aus einer Gewitterwolke zur Erde herniederfährt, so geschieht das ebenfalls mit einer solchen Schnelligkeit, daß man kaum bemerken kann, ob er aus der Wolke zur Erde hinab, oder aus der Erde zur Wolke hinauf seinen Weg nimmt.

Hält man die Flamme einer Kerze vor einen ebenen Spiegel, so zeigt sich sogleich das Bild dieser Flamme so weit hinter dem Spiegel, als sie selbst sich vor demselben befindet. Das Bild wird uns dadurch bemerklich, daß die von der Flamme auf den Spiegel fallenden Lichtstrahlen von diesem in unser Auge zurückgeworfen werden. Werden keine Strahlen mehr vom Spiegel in das Auge reflektirt, so verschwindet das Bild augenblicklich. Wird der Spiegel um eine feste Achse gedreht, so bewegt sich auch das Bild von seiner Stelle. Dreht sich der Spiegel in einer Sekunde einmal herum, macht er also einen vollständigen Kreislauf; so legt er eine Bahn von 360 Grad zurück. Dreht er sich in einer Sekunde 800mal herum, so legt er einen Weg von 800mal 360 oder 288000 Grad zurück, also in $\frac{1}{288000}$ einer Sekunde *einen* Grad, also in $\frac{1}{288000 \times 4}$ oder in $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde einen Weg von $\frac{1}{4}$ Grad.

Wenn sich der Spiegel bei der Umdrehung um seine feste Achse um $\frac{1}{4}$ Grad fortbewegt, so bewegt sich das Bild um $\frac{1}{2}$ Grad fort; oder, wenn der Spiegel bei seiner Umdrehung einen Winkel von *einem* Grad beschreibt, so beschreibt das Bild einen Winkel von 2 Grad. Ueberhaupt ist die Winkelbewegung des Bildes doppelt so groß, als die des Spiegels. Diesen Lehrsatz der Katoptrik, den wir sogleich des Weitern beleuchten werden, kann man sich schon in folgender Weise veranschaulichen. Setzt man des Abends auf einen wagerechten Tisch einen Spiegel senkrecht hin und vor den Spiegel ebenfalls senkrecht eine brennende Kerze, so wird das Bild dieser Kerze senkrecht hinter dem Spiegel sichtbar. Dreht man darauf den Spiegel mit seinem

obern Ende rückwärts, so daß er, in seiner schrägen Lage angekommen, einen Bogen von 45 Grad beschrieben hat, so kommt das Bild der Kerze in eine wagerechte Lage. Das wagerechte Bild macht aber mit dem ursprünglich senkrechten einen Winkel von 90 Grad. Die Winkelbewegung des Bildes war also doppelt so groß, als die des Spiegels. Dieselbe Erscheinung kann man an dem Bilde des Tisches, auf welchem der Spiegel steht, wahrnehmen.

Der Lehrsatz aus der Katoptrik ist nun folgender: Wenn ein Spiegel, welcher das Bild eines unbeweglichen Gegenstandes empfängt, so gedreht wird, daß sich der Winkel ändert, den er mit dem Gegenstande bildet, so ist die Winkelbewegung des Bildes doppelt so groß, als die Winkelbewegung des Spiegels.

Bemerkung. Der Spiegel sei, Figur 8, sp, der unbewegliche, vor denselben gestellte Gegenstand ge, das Bild desselben bl. Wird der Spiegel in die Lage s'p zurückgedreht, so hat das Bild die Lage von b'l'. Verlängert man jetzt Gegenstand, Spiegel und Bild, letztere in ihren beiden Lagen, durch gerade Linien nach unten, bis diese zusammentreffen, so werden verschiedene Winkel gebildet. Der Winkel, welchen der Spiegel in seinen beiden Lagen bildet, ist c; der Winkel, welchen das Bild in seinen beiden Lagen bildet, ist n. Der Lehrsatz behauptet also, daß n doppelt so groß sei, als c, oder daß n gleich sei 2 c.

Beweis. Der Winkel, welchen Spiegel sp und Gegenstand ge bilden, ist u, der Winkel, welchen Spiegel sp und das Bild des Gegenstandes bl bilden, ist v. Die beiden Winkel u und v sind allezeit einander gleich, wie in der Katoptrik gezeigt wird, und wovon sich jeder durch den Augenschein überzeugen kann. (Vgl. z. B. die Anleitung zur Optik, Katoptrik und Dioptrik von Abel Bürja, 4. Hauptstück, §. 11.) Der zurückgedrehte Spiegel s'p bildet mit dem Gegenstande ge den Winkel w; derselbe bildet mit seinem Bilde b'l' den Winkel x. Der Winkel w ist also auch gleich dem Winkel x.

Also $x + w = 2w$, und
$u + v = 2u$, folglich
$(x + w) - (u + v) = 2w - 2u = 2(w - u)$;
$x + w = o + n$. (Der äußere Dreieckswinkel ist gleich den beiden inneren gegenüberliegenden.)

Digitized by Google

$o = u + v$ (als Scheitelwinkel), also
$x + w = u + v + n$, und, da $x = w$, und $u = v$, so ist
$2w = 2u + n$, oder, $2u$ auf die andere Seite gebracht,
$2w - 2w = n$ oder $2(w - u) = n$.
$w = i + c$ (als äußerer Dreieckswinkel)
$u = i$ (als Scheitelwinkel), also
$w - u = i + c - i$, oder
$w - u = c$, also auch $2(w - u) = 2c$;
$2(w - u) = n$, also auch $n = 2c$, w. z. b. w.

Es ist also richtig, daß das Bild im Spiegel einen Bogen von $\frac{1}{2}$ Grad beschreibt, während der Spiegel selbst sich um einen Bogen von $\frac{1}{4}$ dreht.

Ist das bekannte Spielzeug unserer Knaben, der Kreisel, mit farbigen Streifen bemalt, welche von dem Mittelpunkte seiner Oberfläche nach dem äußern Rande hinlaufen, und wird derselbe in eine rasch rotirende Bewegung gesetzt; so verschwinden die einzelnen Farben der Streifen und gehen in eine einzige über. Macht ein Speichenrad eine rasch rotirende Bewegung, so verbreitern sich die Speichen, und man kann die einzelnen nicht mehr unterscheiden. Wenn man einen Holzspan, welcher an dem einen Ende glühend ist, an dem andern mit der Hand anfaßt und in senkrechter Richtung rasch von unten nach oben bewegt, so erscheint uns das glühende Ende nicht nach und nach in seiner verschiedenen Stellung, in welche es durch die Bewegung gebracht wird; sondern es erscheint als ein senkrechter Lichtstreifen. Wenn man das glühende Ende rasch im Kreise herumdreht, so sehen wir eine leuchtende Kreislinie. Bei 800 Umdrehungen des Spiegels in einer Sekunde erscheint auch das Bild in demselben nicht mehr in seiner ursprünglichen Gestalt, sondern als ein verlängerter Lichtstreifen, gerade so wie es bei dem glühenden Ende des Holzspanes &c. der Fall ist. Es dauert auch hier der Lichteindruck des Bildes, welchen unser Auge erleidet, noch fort, wenn dasselbe bereits die Stelle verlassen hat, von wo aus dieser Eindruck bewirkt wird. Es dauert nun der Lichteindruck fort von allen Stellen, welche das Bild nach einander durchläuft, und eben dadurch erscheint es als ein verlängerter Streifen.

Gibt der Spiegel statt des Bildes einer dauernden Flamme das Bild von einem in einem Nu wieder verschwindenden elek-

Digitized by Google

trischen Funkens, so muß auch das Bild in einem Nu wieder verschwinden; es kann nicht länger dauern, als der Funke selbst, und wenn dieser momentan wäre, so könnte auch das Bild nur momentan sein. Da das Licht in einer Sekunde einen Weg von 42000 Meilen zurücklegt, so kann die Zeit nicht in Anschlag gebracht werden, welche das Licht des elektrischen Funkens gebraucht, um von dem Funken auf den Spiegel und von diesem auf das Auge des Beobachters geworfen zu werden, vorausgesetzt, daß beide Entfernungen nicht über 5 bis 10 Fuß betragen. Werden der Kreisel und das Speichenrad, wovon so eben die Rede war, während ihrer rasch rotirenden Bewegung in einem dunkelen Zimmer von einem überspringenden elektrischen Funken erleuchtet, so sieht man die einzelnen Farbenstreifen des ersteren, so wie die Speichen des letzteren eben so, als wenn Kreisel und Rad in Ruhe wären. Dieser Umstand deutet die äußerst rasche Bewegung des elektrischen Funkens an. Dauert er $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde, so beschreibt sein Bild in dem Spiegel bei 800 Umdrehungen in einer Sekunde einen Bogen von $\frac{1}{2}$ Grad, es erscheint also als ein Lichtstreifen von der Länge eines halben Grades.

Der Professor am Kingscollege zu London, Wheatstone (sprich Wietstoun), befestigte auf ein gegen 4 Zoll langes Brettchen 6 metallene Kügelchen (Figur 9). An die Kügelchen a und f wurden 2 Drähte gelöthet, von denen der eine a mit der äußern Belegung einer leidener Flasche, der andere f mit der inneren Belegung (oder Masse) derselben in Berührung gesetzt wurde. Beide Drähte können auch mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie, wovon später die Rede sein wird, in metallische Verbindung gesetzt werden, und sind auch von Wheatstone damit verbunden worden. $\frac{1}{10}$ Zoll zur Linken des Kügelchens a lag das Kügelchen b, welches durch einen vielfach gewundenen Draht mit dem Kügelchen c verbunden war. $\frac{1}{10}$ Zoll zur Rechten des Kügelchens f lag das Kügelchen e, welches durch einen vielfach gewundenen Draht mit dem Kügelchen d verbunden war. Alle Kügelchen lagen in einer geraden Linie. Die Kügelchen c und d waren $\frac{1}{10}$ Zoll von einander entfernt, eben so die Kügelchen a und b, und die Kügelchen e und f. Die Figur zeigt die 3 Paare viel weiter aus einander geschoben, als die beiden Kügelchen jedes einzelnen Paares. Wenn nun der an das Kügelchen a

Digitized by Google

gelöthete Draht mit der äußern, der an das Kügelchen f gelöthete Draht mit der inneren Belegung (oder Masse) einer leidener Flasche in Verbindung gebracht wird, so werden die Kügelchen a und f augenblicklich geladen, die in ihnen sich häufende Elektricität springt als Funke hinüber, und zwar ein Funke aus a in das nahe Kügelchen b, ein anderer gleichzeitig aus f in das nahe Kügelchen e. Von b und e laufen die beiden elektrischen Ströme durch die gewundenen Drähte bis in c und d, und weil diese Kügelchen auch nur $\frac{1}{10}$ Zoll von einander entfernt sind, so springt auch hier der Funke aus dem einen Kügelchen in das andere über. Es springen bei dieser Vorrichtung drei Funken über, deren Bild in einem vorgehaltenen ebenen Spiegel sichtbar wird. Der senkrecht vorgehaltene Spiegel mit seiner wagerechten, festen Achse wurde von Wheatstone an einen Apparat befestigt, welcher den Spiegel rotiren ließ und bewirkte, daß sich derselbe in einer Sekunde 800mal um diese Achse herumdrehte. Wenn also der elektrische Funke nur $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde dauerte, so mußte sein Bild in dem mit dieser Geschwindigkeit rotirenden Spiegel $\frac{1}{2}$ Grad in die Länge gestreckt erscheinen. Die drei Funken erschienen wirklich als Lichtstreifen, und zwar, wenn sich der anfänglich senkrecht stehende Spiegel bei der Umdrehung mit dem obern Ende rückwärts bewegte, in dieser Form: | | |; wenn sich dagegen der Spiegel in der umgekehrten Richtung drehte in dieser: | | |. Hieraus folgt nun, daß der Funke nicht momentan war, sondern eine Dauer von $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde hatte, weil die Funken als kleine Lichtstreifen erschienen. Wenn der mittlere Funke um $\frac{1}{2}$ Grad zurückgeschoben erscheint, so kann das nur daher kommen, weil der mittlere Funke später überspringt und eben so viel später sein Bild hinter dem Spiegel zeigt. Um einen Lichtstreifen von $\frac{1}{2}$ Grade hervorzubringen, muß der Funke $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde dauern. Wenn der mittlere Lichtstreifen demnach um die Länge eines halben Grades zurückgeschoben erscheint, so rührt das daher, daß der mittlere Funke um $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde später überspringt, als die beiden anderen. Springt er $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde später über, so hat die elektrische Flüssigkeit diese kurze Zeit gebraucht, um die Drahtwindung (von

Digitized by Google

b bis c und von c bis d) zu durchströmen. In $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde legt sie also den Weg durch die $\frac{1}{4}$ englische Meile lange Drahtwindung zurück. Wenn sie in $\frac{1}{1152000}$ einer Sekunde eine Wegstrecke von der Länge einer Viertelmeile (engl.) durchströmt, so legt sie in einer Sekunde 1152000mal $\frac{1}{4}$ englische Meile oder 288000 englische Meilen zurück. Auf einen Grad gehen $14\frac{3}{4}$ preußische und $69\frac{1}{8}$ gemeine englische Meilen. $14\frac{3}{4}$ oder $\frac{118}{8}$ preußische Meilen sind also gleich $69\frac{1}{8}$ oder $\frac{553}{8}$ englischen, also 118 preußische Meilen gleich 553 englischen. Eine preußische Meile ist also auch gleich $\frac{553}{118}$ englischen. Es verhält sich also

Engl. M.		Engl. M.		Preuß. M.		Preuß. M.
$\frac{553}{118}$	:	288000	=	1	:	x

$$x = 61453\tfrac{491}{553} \text{ preuß. Meilen.}$$

Die Elektricität legt also in einer einzigen Sekunde ungefähr 61454 preußische Meilen zurück. Die Elektricität gelangt also binnen 6 Minuten von der Erde bis zur Sonne, binnen einer Sekunde bis zum Monde, und eilt in einer Sekunde mehr denn 11mal um die Erde herum, vorausgesetzt, daß ihr ein gut leitender Körper, z. B. ein Kupferdraht, geboten würde, durch den sie strömen könnte. — Da es mit großen Schwierigkeiten verbunden ist, die Anzahl der Umdrehungen des Spiegels in der Sekunde, so wie die Lage des zurückgeschobenen mittleren Bildes genau zu bestimmen, so können die erhaltenen Zahlenwerthe auch nur annäherungsweise richtig sein. Das Bild ist bei einer so raschen Umdrehung des Spiegels schwer zu bemerken; in einem dunkelen Zimmer werden aber die 3 Lichtstreifen an der Zimmerdecke deutlich sichtbar, indem der Spiegel das Licht der 3 elektrischen Funken dahin zurückwirft.

§. 3. Von der galvanischen Elektricität.

Die bis zum Jahre 1789 bekannte Elektricität wurde durch Reibung entwickelt. In diesem Jahre entdeckte Aloys Galvani, Professor der Medicin zu Bologna (geboren zu Bologna 1737, gestorben daselbst 1798), ein neues Mittel, Elektricität zu erregen. Seine Frau, so wird unter Anderem erzählt, hatte in dem Zimmer, welches Galvani's Schülern zum Hörsaale diente, ein Gericht Froschkeulen zubereitet. Sie hatte die Keulen auf

Digitized by Google

einen zinnernen Teller gelegt und das Messer, welches sie zur Zubereitung benutzt hatte, so darauf, daß die Klinge die Keulen und das kupferne Heft den Teller berührte. Jedes Mal, wenn das Messer so aufgelegt war, bemerkte die Frau zu ihrem großen Erstaunen, daß die Schenkel sich lebhaft bewegten. Sie theilte die auffallende Erscheinung ihrem Manne mit. Dieser erkannte sogleich mit jenem Scharfblicke, der geistreichen Männern eigen ist, den Werth der bemerkten Erscheinung, und stellte mit großem Eifer wiederholte Versuche an, um die verborgene Ursache derselben kennen zu lernen. Er gelangte durch dieselben zu der Ueberzeugung, daß eine eigenthümliche, in den Nerven des Frosches befindliche elektrische Flüssigkeit durch die metallischen Leiter (Messer und Teller) aus den Nerven der Schenkel in die Muskeln hinüber ströme, und daß dieser elektrische Strom jene Zuckungen hervorrufe. Er war also der Meinung, daß es eine dem thierischen Körper eigenthümlich zugehörende Elektricität gebe, und glaubte damit das verborgene Prinzip des animalischen Lebens gefunden zu haben. Seinem spähenden Auge blieb demnach der eigentliche Grund jener Erscheinung verborgen. Alexander Volta, Professor an der Universität zu Pavia, stellte nunmehr in derselben Absicht sorgfältige Versuche an, und behauptete, daß, um jene Erscheinung hervorzurufen, stets zwei verschiedene Metalle, die sich berühren, nothwendig seien, und daß es die bekannte Elektricität sei, welche jene Wirkung hervorbringe. Die Berührung bewirkte also nach seinem Dafürhalten das Freiwerden der Elektricität. Die Kraft, welche, dieser Ansicht gemäß, an den Berührungsstellen zweier heterogenen Metalle die Elektricität erregt, ist elektromotorische Kraft genannt worden. Volta behauptete, daß diese Kraft zersetzend auf die verbundene Elektricität wirke, indem sie z. B. die positive Elektricität des Kupfers auf das Zinn, und die negative Elektricität des Zinnes auf das Kupfer treibe; daß sie beständig wirke, indem sie die zersetzten Elektricitäten aus einander halte; daß, je größer die Berührungsfläche zweier verschiedenen Metalle, desto größer die Menge der zersetzten Elektricität sei.

Die folgende Tabelle enthält eine Anzahl derjenigen Körper, welche je zwei bei ihrer Berührung Elektricität erregen, und zwar so geordnet, daß jeder vorhergehende in Berührung mit irgend

einem nachfolgenden positiv; jeder nachfolgende in Berührung mit irgend einem vorhergehenden negativ elektrisch wird. Je entfernter von einander in der Reihe zwei Körper stehen, desto mehr Elektricität erregen sie bei ihrer Berührung. Die beiden entferntesten: Zink und Kohle, entwickeln also bei ihrer Berührung die meiste Elektricität.

+
Zink
Blei
Zinn
Eisen
Kupfer
Silber
Gold
Platina
Kohle.
—

Die Behauptungen beider großen Männer haben in der Folge in so weit ihre Bestätigung gefunden, daß die Elektricität die wahre Ursache der oben erwähnten Erscheinung ist, und die vorstehend genannten Körper bei ihrer Berührung in der angegebenen Abstufung Elektricität erregen; auch daß die erregten Elektricitäten, wenn ihnen ein Weg durch einen leitenden Körper geboten wird, sich wieder mit einander vereinigen und somit einen elektrischen Strom bewirken. Die bei der Berührung erregte Elektricität ist seitdem zu Ehren ihres ursprünglichen Entdeckers galvanische Elektricität und ihr Strom galvanischer Strom genannt worden.

Die Ansicht über die Berührung als Quelle frei werdender Elektricität, welche in Volta ihren ersten und hauptsächlichen Vertreter fand, ist später von anderen, namentlich französischen und englischen, Physikern verlassen worden. Die Berührung als solche bewirkt, ihren Aufstellungen gemäß, nicht das Freiwerden der Elektricität. Der Franzose De la Rive insbesondere hat durch seine scharfsinnigen Versuche bis zur Evidenz bewiesen, daß zwar bei der Berührung zweier leitenden Körper, aber nicht in Folge dieser Berührung Elektricität erregt werde; daß die Berührung zwar nöthig sei, daß sie aber die Elektricität nicht entwickele.

Digitized by Google

Wenn zwei Metallplatten von verschiedener Masse sich berühren, so können sie nach De la Rive nur dadurch Elektricität erregen, daß die chemischen Anziehungskräfte der beiden Platten bei der Berührung ihre Thätigkeit beginnen. Jedoch wird in diesem Falle nur eine geringe Menge Elektricität entwickelt, welche nicht im Stande ist, eine beständige Strömung hervorzubringen. Chemischen Ursachen ist demnach das Freiwerden der Elektricität zuzuschreiben. Erst nachdem man diese vollständig erkannt und die Gesetze ihrer Wirksamkeit festgestellt hatte, ist es gelungen, Batterien von beständiger Strömung herzustellen. Es scheint demnach unerläßlich, hier dem nach tieferer Einsicht strebenden Leser eine ausführlichere Zusammenstellung aus dem Gebiete der chemischen Kräfte und Erscheinungen in ihrer Beziehung zur Elektricität vorzuführen und ihn in jene geheimnißvollen Werkstätten der Natur zu begleiten, in welchen die schöpferische Kraft derselben tagtäglich die auffallendsten Erscheinungen der Außenwelt zu Wege bringt, in welchen auch der Ursprung der elektromagnetischen Telegraphie gesucht werden muß.

§ 4. Von den chemischen Kräften und Erscheinungen in Beziehung zur Elektricität.

a. Von der chemischen Anziehung und Verbindung der Körper.

Sämmtliche Körper zerfallen in chemischer Beziehung in einfache und zusammengesetzte. Die meisten Körper, welche in der Natur vorkommen, z. B. ein Stein, eine Pflanze, ein Thier, Wasser, Luft, sind aus zwei oder mehreren Körpern zusammengesetzt und können vom Chemiker in diese Stoffe zerlegt werden. Ein Körper, der nicht weiter zerlegt werden kann, ist ein einfacher Körper, ein Urstoff oder ein Element. Die Alten glaubten, daß es vier Elemente gebe; die neuere Chemie hat deren 56 nachgewiesen und die Gewichtsverhältnisse genau bestimmt, in denen sich dieselben chemisch verbinden. Mehrere Urstoffe üben bei ihrer Berührung eine Anziehung auf einander aus. Ist diese Anziehung stark genug und wird sie nicht durch andere Kräfte geschwächt, so verbinden sich die einander anziehenden Körper und gehen in einander über. Die Anziehungskraft heißt Verwandtschaft oder Affinität. Auch zusam-

Digitized by Google

mengesetzte Körper können bei ihrer Berührung eine Anziehung auf einander ausüben, wenn sie nämlich aus Elementen bestehen, welche eine chemische Verwandtschaft zu einander haben. In vielen Fällen ist die Anziehung zusammengesetzter Körper stark genug, um eine chemische Verbindung zu Wege zu bringen. Der chemischen Verwandtschaft wirken entgegen: die Schwerkraft oder Gravitation, die Cohäsionskraft, die Expansivkraft, die Adhäsionskraft, die Lebenskraft. Damit Körper sich chemisch verbinden können, muß ihre Verwandtschaft größer sein als die Summe der entgegenwirkenden Kräfte. Diese letzteren pflegen vom Chemiker durch Wärme oder Auflösung in einer Flüssigkeit überwunden zu werden. Zwei feste Körper können sich nicht verbinden, weil ihre Cohäsionskraft viel größer ist als die chemische Verwandtschaft; Wasser und Oel eben so wenig, weil die Cohäsionskraft beider und die größere Schwere des Wassers die Affinität überwiegen. Da die meisten der vorhandenen Körper zusammengesetzte sind, so gibt es fast keine chemische Verbindung ohne chemische Trennung. Ein Element in dem einen zusammengesetzten Körper zieht ein Element in dem anderen an, beide verlassen ihre bisherige Verbindung und gehen eine neue ein. Die übrigen vorhandenen Urstoffe verbinden sich ebenfalls oder bleiben auch getrennt.

Zwei Körper verbinden sich chemisch oder gehen eine chemische Verbindung ein, d. h. sie durchdringen sich wechselseitig ganz, sie vereinigen sich so innig, daß ihre kleinsten Theile nach demselben Verhältnisse gemischt sind, wie das Ganze, daß sie einen für unsere Sinne ganz gleichartigen Körper bilden. Ist die Verbindung ein flüssiger oder luftförmiger Körper, so ist er nie trübe. Das Trübesein deutet an, daß einer in den andern nur fein vertheilt ist, wie Milch in Wasser. Jede wesentliche und dauernde Veränderung eines Körpers, welche die Folge einer solchen Verbindung ist, heißt c h e m i s c h e Erscheinung. Der chemischen Erscheinungen gibt es sehr viele. Wenn man Wasser mit ungelöschtem Kalk in Berührung bringt, so werden sich beide Körper sogleich in einem bestimmten Gewichtsverhältnisse zu einem weißen Pulver verbinden, wobei bekanntlich viel Wärme entwickelt wird. Die beiden Luftarten: Sauerstoff und Wasserstoff, unter gewissen Bedingungen mit einander in Berührung

Digitized by Google

gebracht, werden sich sogleich verbinden, der verbundene Körper ist reines Wasser. Schwefel und Quecksilber, in einem Topfe zusammen erwärmt, vereinigen sich zu einem lebhaft rothen Zinnober; Sand und Pottasche, zusammengeschmolzen, zu dem durchsichtigen Glase.

Auch die Natur bietet uns eine Menge chemischer Erscheinungen dar. Dahin gehört die Verwesung eines todten Körpers, das Verfaulen und Zerfallen vegetabilischer Substanzen, die Bildung des Rostes am Eisen, die Verwandlung des Mostes in Wein, des Weines in Essig u. v. a. Die genannten Erscheinungen treten in der Regel ein, wenn diese Körper mit der Luft in Berührung sind. Auch die Flamme der Kerze und des Leuchtgases, das Feuer im Ofen und auf dem Heerde, sind nichts Anderes als chemische Erscheinungen, welche sich von den vorhergehenden nur dadurch unterscheiden, daß sie nicht allein Wärme, sondern auch Licht entwickeln. Der brennende Körper enthält viel Kohlenstoff, Schwefel, Phosphor oder Salpeter, welche zu dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft eine große Affinität haben. In dem Holze z. B. ist viel Kohlenstoff, welcher mit den anderen Bestandtheilen des Holzes verbunden ist. Vermindert man nun die Kraft, mit welcher die chemischen Bestandtheile des Holzes zusammengehalten werden durch eine angehaltene Flamme (die Wärme dehnt bekanntlich aus), so verbindet sich der Kohlenstoff des Holzes mit dem Sauerstoffe der Luft, wodurch Wärme und Licht entwickelt wird. Der Sauerstoff heißt in diesem Falle Zündstoff, der zu ihm verwandte Stoff Brennstoff, und die Temperatur, welche zu ihrer Verbindung nöthig ist, Entzündungs-Temperatur, und endlich die chemische Verbindung selbst B r e n n e n. Ein Körper brennt, d. h. er verbindet sich mit Sauerstoff, welche Verbindung von Licht- und Wärmeausscheidung begleitet ist. Das Blut kommt in den Lungen mit der eingeathmeten Luft in Berührung, der Kohlenstoff des Blutes verbindet sich mit dem Sauerstoffe der Luft; eine Folge hiervon ist, daß sich eine Menge Wärme entwickelt, welche durch das umlaufende Blut dem ganzen Körper mitgetheilt wird. Je lebhafter die Athmung, in einem desto größeren Maße findet dieses Statt. Je kräftiger verhältnißmäßig bei den Thieren die Athmungswerkzeuge, je lebhafter ihr Athemholen ist, desto wär-

Digitized by Google

mer ist ihr Blut. Die Thiere mit unvollkommneren Athmungsorganen haben auch eine geringere Blutwärme. Neuere Physiker, z. B. M. Becquerel, erblicken, dieser Ansicht entgegen, in der Elektricität die Hauptquelle der selbstständig animalischen Körperwärme.

b. Von dem Verhältnisse der chemischen Anziehung zur Elektricität.

Wenn zwei Körper, welche eine chemische Anziehung auf einander ausüben, sich berühren, so setzen sie sich in zwei verschiedene elektrische Zustände, der eine wird positiv, der andere negativ elektrisch. Die gebundene Elektricität, welche in den beiden sich berührenden Körpern vorhanden ist, wird also auseinander gezogen und in Freiheit gesetzt. Schlechte Leiter setzen der Zerlegung der gebundenen Elektricität zu viel Widerstand entgegen, werden also bei ihrer Berührung nicht elektrisch. Die chemisch verwandten Körper, welche bei ihrer Berührung Elektricität erregen, sind also auch gute, oder doch ziemlich gute Leiter. Die Physiker haben ausgedehnte Versuche angestellt, um das elektrische Verhalten je zweier sich berührenden Körper kennen zu lernen, und haben auch die für eine bedeutende und konstantere Elektricitäts-Erregung geeigneten herausgefunden. Das Kalium wird in Berührung mit jedem anderen Urstoffe positiv elektrisch, der Sauerstoff mit jedem anderen negativ elektrisch. Da auch zusammengesetzte Körper bei ihrer Berührung eine chemische Anziehung auf einander ausüben, so setzen sich dieselben ebenfalls in zwei verschiedene elektrische Zustände. Die Elektricitäts-Erregung derselben ist von den einfachen Stoffen abhängig, aus denen sie zusammengesetzt sind, indem diese zunächst eine Anziehung auf einander ausüben und sich in die verschiedenen elektrischen Zustände versetzen. Die Untersuchungen der Physiker haben, wie aus § 3 ersichtlich, ergeben, daß von den Körpern: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin und ausgeglühte Kohle, jeder vorhergehende in Berührung mit irgend einem nachfolgenden positiv, und jeder nachfolgende in Berührung mit irgend einem vorhergehenden negativ elektrisch wird. Der Körper, welcher in Berührung mit einem andern positiv elektrisch wird, heißt der elektro-positive; derjenige aber, welcher in

Berührung mit einem andern negativ elektrisch wird, heißt der elektro=negative.

Man hat von Alters her jeden festen, flüssigen und luftförmigen Körper aus kleinen Theilchen bestehend gedacht, etwa wie ein Haufe Sand aus lauter Sandkörnchen zusammengesetzt ist. Jedoch sind jene Theilchen viel kleiner zu denken, als diese Sandkörnchen. Wie zwischen den Sandkörnchen, so sind auch zwischen diesen Theilchen Zwischenräume, welche die Materie des Körpers nicht ausfüllt; dieselben werden Poren genannt. Diese Poren sind bei einigen Körpern so groß, daß sie mit unbewaffnetem Auge gesehen werden können, bei vielen andern aber äußerst klein. Daß diese Ansicht in dem Wesen der Dinge begründet ist, geht daraus hervor, daß alle Körper durch den Druck in einen kleineren Raum zusammengepreßt werden können, und daß sie auch bei ihrer Erkaltung einen geringeren Raum einnehmen. Wo ein Theilchen der Materie ist, da kann kein anderes Theilchen der Materie sein, mithin muß die Veränderung des von einem Körper eingenommenen Raumes von der Vergrößerung oder Vergeringerung jener Zwischenräume abhängig sein, welche nicht mit Materie gefüllt sind. In einem Pfund Wasser, sagt Liebig (Chem. Briefe S. 57), sind offenbar die Wassertheile näher bei einander, als in einem Pfund Wasserdunst, welcher bei gewöhnlichem Drucke der Luft einen fast 17000mal so großen Raum einnimmt. Man hat sich nun jene Theilchen so klein vorgestellt, daß sie physikalisch nicht mehr getheilt werden können, weshalb sie auch Atome heißen. Sie werden auch Molecule, d. i. Theilchen der Materie genannt (von moles Materie, Masse, Diminutiv molecula, woher das französische molecule). Die Molecule der einfachen Körper sind einfach, die der zusammengesetzten genau in demselben Verhältniß zusammengesetzt, wie die Körper selbst.

Wenn ein Körper positiv elektrisch ist, so nimmt man an, daß auch alle seine Molecule positiv elektrisch sind. Dasselbe gilt von dem negativ elektrischen Zustande. Sagt man: Ein Molecule ist elektrisch, so denkt man sich dasselbe von einer elektrischen Atmosphäre umgeben. Die in einem Körper vorhandene freie oder gebundene Elektricität ist demgemäß in den Zwischenräumen der Molecule gehäuft. Diese Molecular=Räume sind

Digitized by Google

die eigentliche Werkstätte der geheimnißvollen Thätigkeit der Naturkräfte. Verminderte man die freie Elektricität in diesen Molecular-Räumen, so schwächte man auch die chemische Verwandtschaft. Die Anziehung, welche zwei Körper bei ihrer Berührung auf einander ausüben, steht in genauer Beziehung zu ihren verschiedenen elektrischen Zuständen, indem auch die positive Elektricität des einen Körpers die negative des andern anzieht. Je größer die Verwandtschaft zweier Körper, desto mehr Elektricität erregen sie bei ihrer Berührung, und umgekehrt, je mehr Elektricität sie bei ihrer Berührung erregen, desto größer ist ihre chemische Verwandtschaft. Demgemäß besteht, nach der Ansicht der hervorragendsten englischen und französischen Physiker, zwischen chemischer und elektrischer Anziehung ein inniger Zusammenhang, steht die erstere in inniger Beziehung zu der letzteren, ist die eine von der anderen nicht verschieden. Ist die chemische Anziehung von einer theilweisen Zersetzung begleitet, so wird noch mehr Elektricität entwickelt. Je größer die Zersetzung ist, welche die chemische Anziehung bewirkt, desto mehr Elektricität wird entwickelt. Die Anziehung stört dann in einem noch höheren Grade die ruhige Lage der Molecule, alterirt das Gleichgewicht der elektrischen Kräfte, zieht die verbundene Elektricität auseinander und setzt sie dadurch in Freiheit. Bei weitem die meisten in der Natur vorkommenden Körper sind aus Urstoffen zusammengesetzt. Ihrer Verbindung ging eine Berührung voraus, bei dieser wurde der eine Stoff positiv, der andere negativ elektrisch; bei ihrer Verbindung vereinigten sich aber die entgegengesetzten Elektricitäten. Sobald nun diese Verbindung gestört wird, wird auch die verbundene Elektricität aus ihrer Ruhe gebracht und in Freiheit gesetzt. Bei der Zersetzung gehen die Urstoffe aus dem Zustande des Verbundenseins in den der Berührung, und aus diesem in den der Trennung über. In dem Zustande der Berührung wird die Elektricität frei. Die beginnende Zersetzung ist also eine Quelle frei werdender Elektricität, und der elektrische Strom wird deshalb von einigen Physikern für das Fortschreiten der Zersetzung nach einer bestimmten Richtung hin gehalten.

Wir haben aber gesehen, daß Metalle in Berührung mit Metallen Elektricität erregen. Auch Metalle in Berührung mit

Digitized by Google

Flüssigkeiten, insbesondere mit verdünnten Säuren und mit Auflösungen von Kupfervitriol, setzen Elektricität in Freiheit. Flüssigkeiten in Berührung mit einander können dieselben Wirkungen hervorbringen. Hat man z. B. in einem Glase eine Säure, in einem anderen ein Alkali, und beide Gläser dicht neben einander stehen, so bringe man die beiden Flüssigkeiten durch einen Docht aus Baumwolle oder Asbest mit einander in Berührung. Der Docht muß so über die Ränder der beiden Gläser gelegt werden, daß seine beiden Enden in die Flüssigkeiten eintauchen. Vermöge der Capillar-Anziehung steigen die Flüssigkeiten beider Seits in den Docht hinauf und kommen in dem oberen Theile desselben in Berührung mit einander. Wenn das geschehen ist, so wird man in einem Schließungsdrahte, welcher die Flüssigkeiten mit einander verbindet, alsbald einen elektrischen Strom wahrnehmen (mittelst einer Magnetnadel, wovon später, § 6, die Rede sein wird).

Um Elektricität zu erregen, braucht man jetzt entweder zwei verschiedene Flüssigkeiten und ein Metall, oder eine Flüssigkeit und zwei verschiedene Metalle, oder endlich zwei verschiedene Flüssigkeiten und zwei verschiedene Metalle. Reinsch hat eine Batterie ohne Metalle construirt, in welcher durch die Wirkung zweier verschiedenen, sich langsam combinirenden Flüssigkeiten Elektricität erregt wird. Man wählt jedoch die Flüssigkeiten und Metalle so aus, daß ein Metall (wenn deren zwei sind) stärker angegriffen wird, als das andere. Die chemische Wirkung besteht vorzugsweise darin, daß sich bei der Berührung der Metalle und Flüssigkeiten einzelne Urstoffe theilweise abtrennen und entweichen oder sich mit anderen Urstoffen chemisch verbinden, in welchem Falle man sagt, daß die Metalle angegriffen, angefressen oder belegt werden. Von dieser Belegung überzogen, kommen sie ganz oder theilweise außer Berührung mit der Flüssigkeit, die elektromotorische Kraft, d. i. die chemische Anziehung und Zersetzung, vermindert sich oder hört ganz auf. Je schneller der chemische Prozeß vor sich geht, desto kräftiger wird der erzeugte elektrische Strom; je stärker die Consumtion eines Elementes in der Batterie ist, desto größer ist die magnetisirende Kraft des Stromes.

Durch vielfache Versuche denkender Männer, unter denen

Digitized by Google

M. Becquerel, Faraday, Daniel, Bunsen und Grove obenanstehen, mit den chemischen Wirkungen (Anziehung, Verbindung, Zersetzung) näher bekannt geworden, hat man jetzt die Mittel erhalten, ohne Aufhören Elektricität zu erregen. Die Elektricitäts-Erregung wird dadurch konstant, daß die chemische Wirkung fort und fort Statt findet. Eine Berührung von Körpern, welche von keiner chemischen Wirkung begleitet ist, kann das Gleichgewicht der elektrischen Kräfte in den Körpern nicht stören, ist also nicht im Stande, die gebundene Elektricität in denselben zu trennen und in Freiheit zu setzen. Die chemische Wirkung ist also die die galvanische Elektricität erzeugende Ursache.

Es gibt aber auch noch andere Ursachen, welche Elektricität entwickeln. Alles, was das Gleichgewicht der Molecule stört, vermag auch die gleichsam schlummernde Elektricität zu wecken. Die Ausdehnung durch Wärme, Reibung, Druck, Spaltung, Zerstückelung, Pulverisiren, Adhäsion, Verwandelung des Wassers in Dunst, die Expansivkraft dieses Dunstes und andere mechanische Ursachen können Quellen frei werdender Elektricität sein. Auch die einen Körper durchströmende Elektricität stört die ruhige Lage seiner Molecule, bewirkt eine Verschiebung oder Trennung derselben, eine Erweiterung und ein Zerreißen und bringt dadurch freie Elektricität hervor. Die chemische Wirkung bleibt indeß die Hauptquelle der galvanischen Elektricität.

Auch zwischen Wärme und Elektricität findet eine innige Wechselbeziehung Statt. Je größer die chemische Verwandtschaft zweier sich verbindenden Urstoffe ist, desto mehr Elektricität und Wärme entwickeln sie. Je größer die Menge der entgegengesetzten Elektricitäten ist, welche sich mit einander verbinden, von einer desto beträchtlicheren Wärmeentwickelung ist diese Verbindung begleitet. Der Schließungsdraht einer elektrischen Batterie wird zuweilen so heiß, daß er glühend wird und schmilzt.

Den chemischen Wirkungen, welche die strömende Elektricität hervorbringt, verdankt man eine neue Wissenschaft, die Elektrochemie, welche in diesem Augenblicke bereits zur Behandlung der Silber-, Kupfer- und Bleierze in den Hütten, zur Galvanoplastik und zum Vergolden nützlich angewendet wird. — Eine weitere Erörterung bezüglich der chemischen Kräfte und Erschei-

Digitized by Google

nungen in ihrem Verhältniß zur Elektricitäts-Erregung unterbleibt, weil sie zu sehr über den Rahmen hinausgehen würde, in welchen die einzelnen Paragraphen des theoretischen Theiles dieser Arbeit gefaßt werden müssen.

§ 5. Von der galvanischen Batterie oder Kette.

Der erste Apparat dieser Art rührt von Alexander Volta her. Die nach ihm benannte Säule, in dem Wendepunkte zweier Jahrhunderte entdeckt, wurde auch ein Wendepunkt in der Naturlehre. Sie wird, siehe Figur 10, in folgender Weise aufgebaut: Auf eine Kupferplatte legt man eine Zinkplatte, auf dieses Plattenpaar eine Scheibe von Tuch, Filz oder Pappe. Die Scheibe muß mit Wasser, worin vorher ein wenig Schwefelsäure gegossen war, angefeuchtet sein. (Volta meinte durch diese Anfeuchtung nur die Leitungsfähigkeit der Scheibe zu vergrößern.) Auf diese Scheibe legt man wieder eine Kupferplatte, darauf eine Zinkplatte, darauf wieder eine feuchte Scheibe. In derselben Reihenfolge fährt man nun fort, die Platten und Scheiben aufeinander zu legen, jedoch so, daß, wenn man unten mit einer Kupferplatte anfing, man oben mit einer Zinkplatte aufhört. An der untersten Kupferplatte häuft sich die negative Elektricität, an der obersten Zinkplatte die positive; weshalb das untere Ende der Säule der **negative**, das obere der **positive Pol** genannt wird. Eine Säule von 60 bis 100 Plattenpaaren übt schon eine beträchtliche Wirkung. An die unterste Kupferplatte wird ein Draht gelöthet, der nach oben gebogen ist. Von einer metallenen Schraube, welche die Plattenpaare und Scheiben festschraubt, geht ein anderer Draht nach unten. Beide Drähte zusammen führen den Namen **Schließungsdraht**. Berühren sie sich, so ist die Säule geschlossen und der galvanische Strom fließt durch den Draht. Mit der Säule suchte Volta seine Lehre von der galvanischen Elektricität zu begründen und brachte auch die Wissenschaft um ein Bedeutendes weiter. Als er 1801 nach Paris kam und dort seine Theorie von der Säule vortrug, erhielt er von dem ersten Consul der französischen Republik, Napoleon Bonaparte, eine goldene Medaille als Zeichen der Anerkennung. Die Voltasche Säule ist die erste galvanische Batterie,

Digitized by Google

welche errichtet wurde. Sie leidet, wie der von Cruikshank erfundene Trog-Apparat und die Wollastonsche Batterie an dem Uebelstande, daß ihre anfänglich energischen Wirkungen allmählig abnehmen.

Der Franzose M. Becquerel erfand zuerst einen Apparat, in welchem die elektrische Strömung längere Zeit in ziemlich beträchtlicher Stärke fortdauerte, und welcher deshalb konstante Batterie genannt wurde. Sie hat von Daniel, Bunsen und Grove eine verbesserte Einrichtung erhalten. Die Danielsche Batterie wird gegenwärtig an den meisten Telegraphen-Linien gebraucht und soll deshalb ausführlich beschrieben werden. Die elfte Figur stellt unter a einen gewöhnlichen Glasbecher und unter c einen Becher von mäßig gebranntem Thon dar. Dieser Thonbecher muß porös, unglasirt und dünn sein, damit er die Flüssigkeit durchlasse. Ein guter Thonbecher muß, mit Wasser gefüllt, binnen einer Minute außerhalb ganz feucht sein, darf aber das Wasser nicht durchträufeln lassen. Er wird vom Hafner (Töpfer) aus einer Porzellanmasse, oder aus Pfeifenthon, oder gewöhnlichem eisenfreien Thon mit einem Zusatz von gemahlenem Quarz, oder aus Gyps gebrannt und hat eine röthliche oder weiße Farbe. Das zu der Batterie gebrauchte Kupfer hat entweder die Form eines hohlen Cylinders oder Ringes. Beide Formen sind Figur 11 unter b dargestellt. Unter d sind die Zinkkörper in den drei Formen abgebildet, welche man an unseren Telegraphen-Anlagen am gewöhnlichsten antrifft. Die erste Zeichnung stellt einen hohlen Cylinder, die zweite einen eben solchen mit nicht geschlossenen Wänden, die dritte einen Stab dar. Die Cylinder b und d sind ohne Boden und unterscheiden sich dadurch von den Bechern, denen der Boden niemals fehlen darf. In den Glasbecher a setzt man den Kupfercylinder b, in diesen den Thonbecher c, in diesen den Zinkcylinder d. (Es braucht nicht erst bemerkt zu werden, daß man statt des Kupfercylinders auch den Kupferring, und statt des Zinkcylinders auch den Zinkstab anwenden kann.) Ist das geschehen, so bringt man in den Glasbecher Kupfervitriol und gießt darüber reines Wasser; in den Thonbecher gießt man ebenfalls reines Wasser und in dieses $\frac{1}{60}$ (auch $\frac{1}{100}$ oder $\frac{1}{150}$) englische Schwefelsäure. (Durch das Hinzuthun der Säure wird auch die Leitungsfähigkeit des Wassers

Digitized by Google

vermehrt.) Die Flüssigkeiten müssen in beiden Bechern etwa einen Finger breit von dem oberen Rande entfernt bleiben. Die genannten Theile bilden ein Element der Danielschen Batterie. Der größeren Bequemlichkeit wegen sind je ein Kupfer- und Zinkcylinder durch einen angelötheten Draht an einander befestigt, wie die zwölfte Figur zeigt. Eine Vereinigung von mehreren solchen Elementen bildet eine galvanische Batterie. Figur 13 stellt eine solche von oben gesehen und aus zehn Elementen bestehend dar. Man kann sich dieselbe in folgender Weise hergestellt denken: In die zehn Glasbecher werden die Thonbecher gesetzt. In den ersten Glasbecher wird dann ein Kupfercylinder gesenkt, von welchem ein Kupferblech n vorn frei hervorragt. Der Kupfercylinder umgibt den Thonbecher. Darauf senkt man ein verbundenes Cylinderpaar (Figur 12) so ein, daß der Zinkcylinder in dem Thonbecher des ersten und der Kupfercylinder in dem Glasbecher des zweiten Elementes zu stehen kommt; dann ein zweites Cylinderpaar so, daß der Zinkcylinder in dem Thonbecher des zweiten, der Kupfercylinder aber in dem Glasbecher des dritten Elementes zu stehen kommt u. s. w. Wenn man in der angegebenen Weise alle verbundenen Cylinderpaare eingesenkt hat, wird man in dem letzten, dem zehnten Glasbecher, blos einen Kupfercylinder und Thonbecher haben. In diesem letzten setzt man jetzt einen einzelnen Zinkcylinder, von welchem wieder, wie beim ersten Elemente von dem Kupfercylinder, ein Kupferblech p vorn frei hervorragt. Gießt man nunmehr die zugehörigen Flüssigkeiten ein, d. h. in die Glasbecher die Vitriolauflösung und in die Thonbecher die verdünnte Schwefelsäure, so ist die Danielsche Batterie fertig. Die beiden Bleche n und p des ersten und letzten Elementes bilden die beiden Pole der Batterie, und zwar n den negativen und p den positiven. Ein Draht, welcher die beiden Pole miteinander verbindet, heißt wieder Schließungsdraht. Sind beide Pole durch einen leitenden Körper, z. B. durch einen Kupferdraht, verbunden, so sagt man, die Batterie oder Kette sei geschlossen; sind sie nicht verbunden, so sagt man, die Batterie oder Kette sei geöffnet. Im ersten Falle fließt der elektrische Strom, im zweiten ist er unterbrochen. Aus dem Gesagten geht hervor, daß nicht die beiden Cylinder eines und desselben Elementes mit einander in metallischer Ver-

Digitized by Google

bindung sind, sondern der Zinkcylinder des ersten mit dem Kupfercylinder des zweiten, der Zinkcylinder des zweiten mit dem Kupfercylinder des dritten, der Zinkcylinder des dritten mit dem Kupfercylinder des vierten u. s. w., also der Zinkcylinder des neunten mit dem Kupfercylinder des zehnten.

Es ist aber nichtsdestoweniger eine leitende Verbindung zwischen allen Theilen der Batterie vorhanden, so daß letztere in den Leitungsdraht, durch welche ein elektrischer Strom fließen soll, eingeschaltet werden kann. Ein elektrischer Strom, welcher z. B. bis zum Pole n geleitet wäre, würde durch das Kupferblech n bis zum Kupfercylinder gehen, weiter durch die Kupfervitriol-Auflösung, welche den Thonbecher umgibt, bis zu der Thonwand des letztern. Da dieselbe wegen ihrer Porosität von den sie umgebenden Flüssigkeiten durchdrungen ist, so geht der elektrische Strom durch diese Wand hindurch in die verdünnte Schwefelsäure, durch diese hindurch zu dem Zinkcylinder, von diesem durch Kupferdraht zu dem Kupfercylinder des zweiten Elementes, und ganz in derselben Weise durch dieses und alle übrigen hindurch bis zum Zinkpole p. Von dem Kupfercylinder des ersten und von dem Zinkcylinder des zehnten Elementes ragen die Blecharme n und p frei hervor. Der Kupfercylinder des ersten Elementes wird vermittelst des Schließungsdrahtes mit dem Zinkcylinder des zehnten verbunden. Die von der Batterie erzeugten Elektricitäten sind nach den Polen hin gehäuft. Obgleich in der ganzen Batterie vorhanden, üben sie doch, wie die magnetischen Flüssigkeiten in der Magnetnadel, an den beiden Polen ihre stärkste Wirkung. Bedarf man sehr stark wirkender Batterien, so werden dieselben aus mehr als 10 Elementen zusammengesetzt. Man wendet auch 2, oder 3 Batterien, aus je 10 Elementen bestehend, an, welche man, wenn ein starker elektrischer Strom nöthig ist, vereint wirken läßt. Es ist gleichgültig, ob in einem Elemente der Kupfercylinder der äußere, und der Zinkcylinder der innere ist; es kann auch umgekehrt sein, nur müssen die Flüssigkeiten bei ihren Metallen bleiben, also die Kupfervitriol-Auflösung bei dem Kupfercylinder, und die verdünnte Schwefelsäure bei dem Zinkcylinder. Die beiden Pole n und p sind mit Klemmschrauben versehen, um den Schließungsdraht mit seinen beiden Enden fest zu halten. In der geschlossenen Bat-

Digitized by Google

terie findet eine fortdauernde Wiedervereinigung der entgegengesetzten Elektricität Statt, der elektrische Strom erneuert sich ohne Unterbrechung. Wird dagegen die äußere Belegung einer geladenen leidener Flasche mit der inneren in metallische Verbindung gesetzt, so entladet sie sich augenblicklich ganz und gar. Eben so ist es mit der aus leidener Flaschen zusammengesetzten elektrischen Batterie; wird dieselbe geschlossen, so entladet sie sich durch die einmalige Strömung gänzlich. Aber auch in der galvanischen Batterie ist die Strömung nicht constant. Da die flüssigen Leiter durch Zersetzung, und die Metalle (das eine mehr, als das andere) durch Oxydirung merklichen Veränderungen unterworfen sind, so ist auch die Wirkung der Batterie von abnehmender Stärke. Dieselbe behält jedoch beinahe ihre ganze ursprüngliche Kraft in der Regel länger als 6 Wochen. Von 8 zu 8 Tagen wird die Hälfte der inneren Flüssigkeit mittelst eines Schöpfers herausgenommen und das Fehlende durch Wasser ersetzt. Nach Ablauf von beiläufig 6 Wochen wird die Batterie aus einander genommen und gereinigt, die Cylinder werden von der daran sitzenden Belegung befreit, die zu sehr beschädigten und angefressenen durch neue ersetzt, die verdünnte Schwefelsäure wird weggegossen, und das noch übrige Kupfervitriol zu fernerem Gebrauche aufbewahrt.

Die Bunsensche Batterie unterscheidet sich von der Danielschen dadurch, daß bei ihr statt des Kupfercylinders ein Kohlencylinder angewendet wird. Die Kohle besteht aus zwei Theilen fein pulverisirter Koaks und aus einem Theile fein pulverisirter, fetter Steinkohle. Das Koak ist verkohlte Steinkohle, aus welcher die flüchtigen und weniger brennbaren Theile entfernt sind, so daß es mehr Procent Kohlenstoff enthält, als letztere. Es verhält sich ungefähr zur Steinkohle, wie die Holzkohle zum Holze. Das Gemisch von zwei Theilen Koaks und einem Theile Steinkohle wird in einem Behälter von Eisenblech auf Holzkohlen roth glühend gemacht und so lange in dieser Hitze erhalten, bis kein Kohlen-Wasserstoff-Gas mehr entweicht und verbrennt. Nach dem Erkalten ist das Gemisch so fest, daß es auf der Drehbank bearbeitet werden kann. Nur durch das Ausglühen erhält es seine große Leitungsfähigkeit. Unausgeglüht würde dieselbe Masse ein schlechter Leiter sein.

In der Groveschen Batterie wird statt des Kupfers Platina angewendet. Beide Batterien, die Bunsensche, wie die Grovesche, üben eine stärkere Wirkung, wie das aus der § 3 gegebenen Aufstellung der Metalle hervorgeht.

In einigen Ländern, wie z. B. in Braunschweig, sind galvanische Batterien von anderer Construction in Anwendung gekommen. Jedes Element besteht dort aus einer platinirten Silberplatte, zwei gut verquickten Zinkplatten, verdünnter Schwefelsäure und einem Glasbecher. Die Säure befindet sich in dem Glasbecher, und die drei, durch einen Querstab mit einander verbundenen Platten werden in dieselbe eingesenkt. Die Silberplatte befindet sich allemal zwischen den beiden Zinkplatten. Jede Batterie besteht aus 3 Theil-Batterien. Eine jede Theil-Batterie enthält 10 Elemente, also 30 Platten. Soll die Batterie ihre Wirksamkeit beginnen, so werden sämmtliche Platten in die Flüssigkeit gesenkt, welche aus einem Theile concentrirter Schwefelsäure und 64 Theilen Regenwasser besteht; wenn die Batterie nicht thätig zu sein braucht, so befinden sich die Platten in einer etwas erhöhten Stellung über der Flüssigkeit. Die Verbindung der einzelnen Elemente ist in ähnlicher Weise zu Stande gebracht, wie bei der Danielschen Batterie.

Die galvanische Batterie bringt freie Elektricität hervor; die Elektrisir-Maschine thut dasselbe. Letztere ist aber für die elektromagnetische Telegraphie völlig unbrauchbar, weil sie keine hinreichende Menge freier Elektricität erzeugt. Soll sie Elektricität entwickeln, so muß sie fortwährend gedreht werden, während die in der galvanischen Batterie wirkenden Naturkräfte die Nachhülfe des Menschen überflüssig machen. Die galvanische und die Reibungs-Elektricität scheinen sehr nahe verwandt zu sein, doch nicht dieselbe Eigenschaft zu besitzen. Beide erzeugen Funken, bewirken auch, durch einen menschlichen oder thierischen Körper geleitet, Erschütterungen in den Nerven. Die Reibungs-Elektricität ist aber in zu geringer Menge vorhanden, um magnetische Wirkungen hervorzubringen; ist auch zu flüchtig, so daß sie sich in der Luft, namentlich in der feuchten Luft, leicht verlieren, oder in einen nahen Leiter überspringen würde, bevor sie das entfernte Ende eines langen Leitungsdrahtes erreichte. Die galvanische Elektricität ist dagegen von geringerer Spannung, hält sich mehr

Digitized by Google

in dem leitenden Drahte, verläßt denselben nicht leicht und arbeitet deswegen mit größerer Sicherheit. Die Intensität der Elektricität ist überhaupt durch das Mittel bedingt, welches sie in Freiheit setzte. Die größere Intensität äußert sich in einer größeren Spannung und ist mit dieser gleichbedeutend. Wie der stark erhitzte Wasserdampf einer Hochdruckmaschine einen viel größeren Druck ausübt, als der in großer Menge aus einem Flusse aufsteigende, unsichtbare Dunst; so hat auch eine intensiv kräftigere Elektricität eine viel größere Spannung, als eine andere von geringerer Intensität. Diese größere Spannung manifestirt sich dadurch, daß sie mit größerer Leichtigkeit durch schlecht leitende Körper, z. B. durch trockene Luft geht, daß sie also leichter eine isolirende Luftschicht durchbricht, leichter aus einem Körper in einen andern überspringt, eine größere chemische Verwandtschaft überwindet, eine stärkere Anziehung und Abstoßung verursacht und einen stärkeren Schlag versetzt. Um ein Eisen magnetisch zu machen, braucht man verhältnißmäßig eine größere Menge Elektricität, aber keine Elektricität von großer Spannung. Für die elektro-magnetischen Telegraphen braucht man demnach viel Elektricität, aber keine intensiv kräftige.

Die Wirkungen der galvanischen Batterie sind erstaunlich; man findet sie in den physikalischen Werken des Weiteren besprochen. Hier finde nur Folgendes eine Stelle. Man hat den Körper eines Verbrechers (S. Schnell's Naturlehre S. 749), kurz nachdem derselbe durch den Strang hingerichtet worden war, mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie in Verbindung gebracht. Der Leichnam gerieth alsbald in eine zuckende Bewegung. In dem Gesichte wurde nacheinander der Ausdruck der Angst, der Verzweifelung, der Wuth und eines grinsenden Lachens bemerkbar; auch schien der Entseelte wiederholt eine Anstrengung zu einem tiefen Athemzuge zu machen. Flüssigkeiten, Säuren und Salze erleiden durch den galvanischen Strom eine chemische Zersetzung, bei der der Sauerstoff oder das diesem verwandte Element zu dem positiven Pole entweicht. Man hat alle zusammengesetzte Körper durch den elektrischen Strom in ihre Urstoffe zersetzt, auch solche, die man vor Erfindung der galvanischen Batterie für einfache Körper oder für Urstoffe hielt.

Die Batterie ist der Grundfaktor der telegraphischen Thätig-

Digitized by Google

keit, das Fundament der ganzen Anlage, indem sie die Elektricität erzeugt, von welcher allein der Hauptvorzug dieser Telegraphen, die Schnelligkeit der Mittheilung, abhängig ist, eine Schnelligkeit, die Alles bei weitem übertrifft, was die Menschen zu irgend einer Zeit erfunden haben.

§ 6. Vom Magnetismus und von den magnetischen Wirkungen des galvanischen Stromes.

Die magnetischen Wirkungen des galvanischen Stromes sind für die elektro-magnetische Telegraphie von der größten Bedeutung, denn ohne dieselben wäre diese gar nicht vorhanden. Um sie in ihrer Totalität zu erfassen, ist es nöthig, wenigstens die Grundlehren des Magnetismus in kurzen Zügen zu entwerfen.

Ein im Harze und Erzgebirge, besonders aber in Schweden häufig vorkommendes, dunkelgraues Eisenerz hat die besondere Eigenschaft, kleine Stücke von Eisen und einigen anderen Metallen anzuziehen und festzuhalten, so daß sie an ihm hangen bleiben. In der Stadt Magnesia in Kleinasien soll man diese Erscheinung zuerst beobachtet und daher jenem Eisenerze den Namen **Magneteisenstein** oder **Magnetstein** oder **Magnet** gegeben haben. Man hat es Magnet**stein** genannt, weil es mehr das Aussehen eines Steines, als eines Metalles hat. Jene Eigenschaft, Eisen anzuziehen und festzuhalten, heißt **Magnetismus**. Des leichtern Verständnisses wegen stellt man sich auch hier die Ursache der magnetischen Erscheinungen als eine äußerst feine, unwahrnehmbare Flüssigkeit vor, deren es, wie bei der Elektricität, zwei entgegengesetzte Arten gibt. Die eine Art nennt man die positive, die andere die negative magnetische Flüssigkeit. Sind beide (in gleicher Menge) vereinigt, so hört ihre Wirkung auf, so sind sie neutralisirt und für uns spurlos verschwunden; sind sie getrennt, so bewirkt jede derselben die erwähnte Erscheinung. Einen Körper magnetisiren heißt, ihm die magnetische Eigenschaft ertheilen. Dieses geschieht dadurch, daß man die neutrale magnetische Flüssigkeit in demselben trennt. Stahl kann man z. B. dadurch magnetisiren, daß man ihn mit einem Magnete bestreicht. Er heißt dann künstlicher Magnet, im Gegensatze zu dem, welchen uns die Natur darbietet.

Digitized by Google

Ein dünner, langgestreckter, zu beiden Seiten spitz zulaufender magnetisirter Stahlstab, wie ihn die 14. Figur darstellt, ist die gewöhnliche Form des künstlichen Magnetes, er heißt Magnetnadel. Bestreut man diese Magnetnadel mit Eisenfeilspänchen, so setzen sich diese in großer Menge an ihren beiden Enden an, während sie in der Mitte der Nadel gar nicht angezogen werden. Die beiden Enden der Nadel, welche die Eisenfeilspänchen am stärksten anziehen, heißen ihre Pole, die Mitte derselben, welche keinerlei Anziehung zeigt, ihr Aequator. Ist eine Magnetnadel um eine senkrechte Achse beweglich, so wird der eine ihrer Pole alsbald ungefähr nach dem Nordpole der Erde, der andere dagegen ungefähr nach dem Südpole derselben gerichtet sein. Dasjenige Ende der Magnetnadel, welches nach Norden gerichtet ist, heißt gewöhnlich der Nordpol, das andere der Südpol. An dem Nordpole einer jeden Magnetnadel ist dieselbe magnetische Flüssigkeit gehäuft, an dem Südpole einer jeden die ihr entgegengesetzte Art.

Nähert man die Nordpole zweier beweglichen Magnetnadeln einander, so werden sich diese Pole augenblicklich fliehen; nähert man dagegen den Nordpol der einen Nadel dem Südpole der andern, so werden sich diese beiden Pole sogleich anziehen. Gleichartige magnetische Flüssigkeiten stoßen sich also ab, entgegengesetzte ziehen sich an. Soll ein Magnet irgend einen Körper anziehen, so ist nöthig, daß in diesem die verbundene magnetische Flüssigkeit getrennt werde. Es wird dann die positive magnetische Flüssigkeit des Magnets die negative des Körpers anziehen, oder umgekehrt.

Der Magnet zieht einen Körper an, d. h. also, er vertheilt die in ihm vorhandene neutrale magnetische Flüssigkeit und zieht dann mit seiner positiven magnetischen Flüssigkeit die negative des Körpers an, oder umgekehrt. Durch die Anziehung der magnetischen Flüssigkeiten in zwei Körpern werden diese selbst angezogen. Je schwieriger sich in einem Körper die beiden magnetischen Flüssigkeiten trennen lassen, desto weniger wird er angezogen. Im Stahl ist die Trennung schwierig, daher er wenig angezogen wird; ist sie aber in ihm einmal erfolgt, so dauert sie auch fort. Daher kann der Stahl leicht zu einem künstlichen Magnete gemacht werden, nicht aber das weiche Eisen. Im

Digitized by Google

diesem vereinigen sich die getrennten magnetischen Flüssigkeiten sogleich wieder, wenn die vertheilende Kraft des Magnetes entfernt wird.

Legt man in der Richtung der frei beweglichen Magnetnadel eine Kreislinie um die Erde, so heißt diese magnetischer Meridian, der nördlichste Punkt desselben heißt Nordpol, der südlichste Punkt desselben Südpol. Eine gewisse krumme Linie, ungefähr mitten zwischen den magnetischen Polen um die Erde liegend, heißt magnetischer Aequator. Der magnetische Meridian schneidet denjenigen geographischen Meridian, welcher von dem Mittelpunkte der Magnetnadel aus durch die beiden Erdpole gelegt wäre, unter einem gewissen Winkel. Der Winkel, welchen eine Magnetnadel mit einem geographischen Meridian bildet, heißt die Abweichung oder Declination der Magnetnadel. Stände Jemand auf dem geographischen Aequator und hielte die magnetische Neigungsnadel, welche Fig. 15 veranschaulicht, dieselbe oben anfassend, in der Hand, so würde die Nadel wagerecht stehen. Ginge derselbe gerades Wegs auf den Nordpol zu, so würde das nach Norden gerichtete Ende der Nadel sich mehr und mehr hinabsenken, je näher er dem Pole käme. Auf der Mitte des Wegs angelangt, würde die Nadel etwa diejenige Lage einnehmen, welche die 15. Figur dem Leser zeigt. Auf dem Pole angekommen, würde dieses Ende der Nadel senkrecht nach unten stehen. Eben so verhält es sich mit dem andern Ende der Nadel, wenn man vom Aequator aus nach dem Südpole ginge. Die Abweichung der Nadel von der wagerechten Lage heißt Neigung oder Inclination.

Wenn man nun bedenkt, daß entgegengesetzte magnetische Flüssigkeiten sich anziehen, so wird man die Ansicht der Physiker begreifen, die da behaupten, daß unsere ganze Erdkugel ein großer Magnet sei, daß in derselben die entgegengesetzten magnetischen Flüssigkeiten nach den Polen hin gehäuft, und daß der Nordpol der Inclinationsnadel von dem Nordpole der Erde deshalb angezogen werde, weil in beiden Polen entgegengesetzte magnetische Flüssigkeiten gehäuft seien.

Um der Darstellung nicht eine zu große Ausdehnung zu geben, mögen diese Grundbegriffe genügen. Die Lehre von dem Magnetismus in seiner Beziehung zur Elektricität ist durch den

Digitized by Google

Franzosen **Ampere** einer gründlichen Erörterung unterbreitet und um ein Beträchtliches weiter gefördert worden.

Zu den merkwürdigsten Eigenschaften des galvanischen Stromes gehört die, daß er **weiches Eisen magnetisch macht.** Man hat früher die Beobachtung gemacht, daß vom Blitze getroffene Magnete ihre Pole veränderten, und Stahlstäbe magnetisch wurden, daß letztere diese Eigenschaft auch dann annahmen, wenn der elektrische Strom einer galvanischen Batterie durch dieselbe ging. Es waren das vereinzelte Beobachtungen, aus denen man keine weiteren Folgen zog. Dem Professer **Oersted** in Kopenhagen gelang es durch einen jener glücklichen Zufälle, welche kaum alle tausend Jahre in dem Leben der Menschen vorkommen, den Elektro-Magnetismus, d. i. die Wechselwirkung zwischen Elektricität und Magnetismus, zu entdecken. Er näherte 1820 eine Magnetnadel dem Schließungsdrahte einer Volta'schen Säule und fand, daß sie abgelenkt wurde, und daß sie desto stärker abgelenkt wurde, je stärker der durchgehende elektrische Strom war. Die Erfahrung hat gelehrt, daß der Ablenkungswinkel der Magnete desto größer ist, je wirksamer die galvanische Batterie, und je näher die Nadel dem Schließungsdrahte gerückt wird. Die ablenkende Kraft steht also im geraden Verhältnisse zu der Stromstärke und im umgekehrten Verhältnisse zu der Entfernung des Poles der Nadel vom Schließungsdrahte. Dieser ist durch den elektrischen Strom selbst magnetisch geworden. Der Professor **Arago** in Paris bemerkte zuerst, daß Eisenfeilspänchen an dem Schließungsdrahte hangen blieben, wenn der elektrische Strom durch denselben lief, und augenblicklich abfielen, so wie der Strom aufhörte. Er war also der erste, welcher erkannte, daß der galvanische Strom dem Schließungsdrahte die magnetische Anziehungskraft ertheile. Diese Entdeckung führte Ampere auf die Vermuthung, daß die Stahlnadel innerhalb eines schraubenförmig gewundenen Schließungsdrahtes noch besser magnetisch würde.

Die Sache bestätigte sich und gab Veranlassung zu der Erfindung des Multiplicators und des Elektromagnetes.

Der Erdmagnetismus gibt der Magnetnadel ihre Richtung. Es zieht nämlich die nach dem Nordpole hin gehäufte magnetische Flüssigkeit der Erde die entgegengesetzte, in dem einen Ende

Digitized by Google

der Magnetnadel befindliche, an, dadurch wird dieses Ende der Nadel stark angezogen. Wird die Magnetnadel dem magnetisirten Schließungsdrahte genähert, so übt auch dieser einen Einfluß auf ihre Richtung aus. Wenn auch die magnetische Anziehungskraft des Schließungsdrahtes im Vergleich zu der magnetischen Anziehungskraft der Erde klein ist, so ist jene doch deshalb wirksamer, weil sie aus größerer Nähe wirkt. Angenommen nun, beide magnetische Anziehungskräfte: die der Erde und die des Schließungsdrahtes, wirkten gleich stark, und die eine Kraft zöge die Nadel genau nach Norden, die andere genau nach Westen; so würde die Nadel die mittlere Stellung zwischen Norden und Westen einnehmen. In dem Maße, als die eine oder die andere Kraft stärker wirkte, würde die Nadel auch mehr nach Norden oder Süden gezogen werden. Angenommen, der Schließungsdraht einer galvanischen Batterie läge wagerecht in der Richtung des magnetischen Meridians, also ungefähr von Süden nach Norden, und der Strom flösse auch in dieser Richtung durch denselben. Hält man nun die Magnetnadel genau über den Schließungsdraht, so daß beide parallel sind, so wird 1) der Nordpol der Nadel nach Osten abgelenkt. Hält man die Nadel eben so, aber unter den Schließungsdraht, so wird sie 2) westlich abweichen. Fließt der Strom in umgekehrter Richtung durch den Schließungsdraht, d. h. von Norden nach Süden, so ist 3) die Ablenkung auch eine umgekehrte, nämlich über den Draht gehalten, wird der Nordpol der Nadel westlich, unter denselben gehalten östlich abgelenkt.

Man kann also vermittelst der Magnetnadel sowohl das Vorhandensein, als auch die Stärke und die Richtung des galvanischen Stromes erkennen. Dadurch, daß man die Stärke des Stromes, welcher leitende Körper durchläuft, genau angibt, bestimmt man auch die Leitungsfähigkeit dieser Körper. Hält man den Nordpol der Nadel gegen einen senkrechten Schließungsdraht, durch welchen der Strom von oben nach unten fließt, so wird sie 4) westlich abgelenkt. Es ist hierbei nicht zu vergessen, daß der Schließungsdraht in diesem Falle genau nördlich von dem Nordpole der Nadel, dieser also südlich von dem Schließungsdrahte stehen muß, weil der Nordpol der Nadel allezeit

Digitized by Google

nach Norden zeigt, also nur dann gegen den Draht gerichtet sein kann, wenn dieser nördlich von der Nadel steht.

Nähert man die Nadel in der Weise einem senkrechten Schließungsdrahte, daß dieser genau südlich von der Nadel steht, so muß ihr Südende dem Drahte zugekehrt sein. Da aber hier blos die Abweichungen des Nordpoles der Nadel in Betracht kommen, so hat man auch blos die durch den elektrischen Strom veränderte Stellung dieses letzteren zu beobachten. Wenn der Strom nun von unten nach oben durch den Draht geht, so weicht der Nordpol der Nadel 5) nach der westlichen Seite ab. Alle diese Versuche kann ein Jeder mit Hülfe einer kleinen Batterie, eines Schließungsdrahtes und einer Magnetnadel leicht selbst anstellen; er wird in allen fünf Fällen die Angabe bezüglich der Abweichung der Nadel durchaus richtig finden.

Die Wirkung des galvanischen Stromes auf die Nadel bei den verschiedenen Stellungen des Schließungsdrahtes und der Nadel zu einander wird durch Figur 16 veranschaulicht.

Von den beiden Polen Z und K der Batterie B gehe der Schließungsdraht bsnae in die Höhe und bilde die Form eines Rechteckes. s bezeichne die Süd- und n die Nordseite. Die beiden Theile des Drahtes 1 und 2 haben eine wagerechte, 3 und 4 dagegen eine senkrechte Lage. Eine Magnetnadel befinde sich genau in der Ebene des Rechteckes, s′ bezeichne ihre nach Süden gerichtete Spitze oder ihren Südpol, n′ ihre nach Norden gerichtete Spitze oder ihren Nordpol. Geht nun der galvanische Strom nach dem Zinkpole Z der Batterie in der Richtung des Pfeiles durch den Schließungsdraht, so wird der Nordpol n′ der Nadel nach der westlichen Seite hin stark abweichen; und zwar bewirkt der Strom in allen vier Theilen des Schließungsdrahtes (3, 1, 4 und 2) eine westliche Abneigung der Nadel: in dem Theile 3 nach der obigen Angabe Nr. 5, in dem Theile 1 nach der Angabe Nr. 2, in dem Theile 4 nach der Angabe Nr. 4, in dem Theile 2 nach der Angabe Nr. 3. Bildete der senkrechte Schließungsdraht nicht die Form eines Rechteckes, sondern die eines Kreises, und flösse der Strom in derselben Richtung durch denselben, so würde, wie leicht begreiflich, der Nordpol der Nadel ebenfalls nach der westlichen Seite hin abweichen. Der berühmte Ampere hat die jedesmalige Ab-

weichung der Nadel in einer sehr verständlichen Weise versinnlicht. Denkt man sich, so sagt der geniale Franzose, eine kleine menschliche Figur in den Draht gestellt, und zwar so, daß der Strom von den Füßen zum Kopfe durch sie hindurch geht und sie das Gesicht immer der Nadel zugewendet habe, so weicht das Nordende der Nadel stets nach ihrer linken Seite hin ab. Man hat wohl zu beachten, daß die Figur in dem Drahtstücke 3 unseres Schließungsdrahtes auf den Füßen stehen, in dem Drahtstücke 1 auf dem Bauche liegen, in dem Drahtstücke 4 auf dem Kopfe stehen, und in dem Drahtstücke 2 auf dem Rücken liegen muß.

§ 7. Vom Multiplicator und von dem Hufeisen, welches durch den galvanischen Strom ein Elektromagnet wird.

Dadurch also, daß man einen Draht um die Magnetnadel herumlegt, wird die ableitende Wirkung des Stromes verstärkt. Der einmal um die Nadel herumgelegte Draht ist die einfachste Form des Multiplicators, welcher 1820 von dem Professor Schweigger in Halle erfunden wurde. Multiplicator heißt Vervielfacher der Stromkraft. Weil durch denselben die Stärke des galvanischen Stromes gemessen wird, so heißt er auch Galvanometer. Die Wirkung der Stromkraft wird verdoppelt, wenn der Strom durch einen 2mal um die Magnetnadel herumgehenden Draht läuft; verdreifacht, wenn er durch einen 3mal um die Magnetnadel herumlaufenden Draht geht u. s. w. Die Stärke des galvanischen Stromes ist also der Anzahl der Windungen proportional.

Ein massiver Cylinder von reinem weichen Eisen sei in die Form eines Hufeisens gebogen, wie Figur 17 zeigt; oder es seien zwei getrennte Cylinder durch eine Querstange q (Fig. 18) befestigt und haben ihre Enden oder Spiegel e e einander genähert. Wenn nun ein Kupferdraht in vielen Windungen, wie Figur 17 dieses veranschaulicht, um den Cylinder von Eisen gelegt würde, wenn man die beiden Enden dieses Drahtes mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie in Verbindung setzte und den galvanischen Strom durch den Draht fließen ließe; so

Digitized by Google

würde das Hufeisen augenblicklich stark magnetisch werden. Da es durch die (durchströmende) Elektricität zu einem Magnete wird, so heißt es Elektromagnet. Der Draht ist gewöhnlich mehrere 100mal um das Hufeisen gewunden. Der umwundene Draht ist der Multiplicator des Elektromagnetes. Dieses Verfahren, dem weichen Eisen eine starke magnetische Anziehungskraft mitzutheilen, hat Sturgeon zuerst entdeckt. So wie der Strom unterbrochen wird, hört das Hufeisen augenblicklich auf, magnetisch zu sein. Wenn die beiden Enden des umwundenen Drahtes viele Meilen lang, und viele Meilen weit von ihren Windungen mit den beiden Polen einer Batterie verbunden sind, so ist der elektrische Strom dennoch fast momentan, d. h. er braucht nur äußerst wenig Zeit, um von der Batterie aus den Draht in seiner ganzen Länge zu durchlaufen. Der umwundene Kupferdraht ist gewöhnlich mit (grüner) Seide umwickelt, um ihn zu isoliren. Dieses ist nothwendig, damit der galvanische Strom nicht aus einer Drahtwindung in eine andere, sie berührende, oder in das Hufeisen überspringe. Der durch den seidenen Faden isolirte Kupferdraht kann so um das Hufeisen gewunden sein, daß er dasselbe berührt; es können die Windungen jedoch auch einen größern Durchmesser haben, so daß sie das Hufeisen nicht berühren. Bei mehreren Telegraphen ist der Draht um zwei hohle Cylinder von Pappe gewunden, welche dann auf die beiden Schenkel des Hufeisens gesteckt sind.

Die Gesetze der magnetisirenden Wirkungen des elektrischen Stromes lassen sich in folgende vier Punkte zusammenfassen:

1) Die magnetische Anziehungskraft des Hufeisens ist der Stärke des angewandten galvanischen Stromes proportional.
2) Sie ist auch der Dicke des umwundenen Kupferdrahtes proportional, weil der elektrische Strom desto kräftiger ist, je dicker der leitende Draht ist.
3) Die gesammte Wirkung aller von der Elektricität durchströmten Drahtwindungen ist der Summe der Wirkungen der einzelnen Windungen gleich.
4) Je größer der Durchmesser der Hufeisenschenkel ist, desto stärker ist die magnetische Anziehungskraft derselben.

Es sei um einen viereckigen (oder runden) Rahmen von

Digitized by Google

Holz, Figur 19, in mehreren hundert Windungen ein isolirter Kupferdraht gelegt, dessen beide Enden mit den beiden Polen einer galvanischen Batterie in Verbindung stehen. Figur 20 stellt die Seitenansicht des Rahmens dar und läßt die Drahtwindung und den Zeiger deutlich sehen. In der Mitte des Rahmens sei eine Stange st (Figur 19) aus weichem Eisen an die bewegliche Achse a befestigt. Der Draht sei so um den Rahmen gelegt, daß er (Figur 20) von dem Pole p vorn in die Höhe gehend sich in vielen Windungen um denselben schlingt. So wie der Strom durch den umwundenen Draht geht, wird die Stange st zu einem Magnete und gerade so wie die Magnetnadel abgelenkt. Das obere Ende der Stange st würde (Figur 19) rückwärts abweichen, wenn der Strom von dem Pole p der Batterie durch den Draht ginge, und nach vorne hin, wenn er in umgekehrter Richtung denselben durchliefe. Der Zeiger z bewegt sich gleichmäßig mit der Stange st, würde also (Fig. 19) rückwärts und vorwärts abgelenkt werden, oder (Fig. 20) nach der linken und rechten Seite hin abweichen.

§ 8. Von dem galvanischen Strome, seiner Natur und Leitung.

Wirft man einen Stein in stillstehendes Wasser, so bemerkt man augenblicklich Wellenbewegungen, die sich in concentrischen Kreisen von dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte fortpflanzen. Der hineingeworfene Stein erschüttert die Wassertheilchen, und diese Erschütterung ist die Ursache der Fortpflanzung der Wellenbewegung. Die Ursache der Wärme wird von vielen Physikern für eine innere Erschütterung der Molecule eines Körpers gehalten. Um sich das Licht zu erklären, nimmt man das Dasein eines äußerst feinen, elastischen Fluidums, des sogenannten Aethers, an und sagt, die Erscheinung des Lichtes werde durch die Wellenbewegung des Aethers hervorgebracht. Diese Annahmen dienen zwar dazu, eine Menge von Naturerscheinungen zu erklären, sind aber nichts weiter als Annahmen; ob sie der Wirklichkeit entsprechen, läßt sich nicht nachweisen. So wie ein Jeder die Thätigkeit des menschlichen Geistes beobachten kann, ohne doch jemals die Natur und das Wesen desselben kennen zu lernen, so

Digitized by Google

ist auch der Physiker zwar mit den Erscheinungen bekannt, welche die Naturkräfte hervorbringen, diese Kräfte selbst bleiben aber auch dem hellsehendsten Auge verborgen, und den erleuchtetsten Männern des civilisirten Europa ist nichts weiter gelungen, als sinnreiche Hypothesen über dieselben aufzustellen. In das Innere der Natur dringt kein erschaffener Geist, wie Schiller sehr richtig sagt.

So ist es nun auch mit dem, was man elektrischen oder galvanischen Strom nennt. Wenn seine Wirkungen auch noch so sehr in die Augen springen, wenn seine Schnelligkeit auch noch so sehr überrascht; er selbst entzieht sich unsern Sinnen. Wie ein Gespenst der Nacht ist er im Verborgenen geschäftig, gleich einem unsichtbaren Geiste übt er seine Kraft aus, und diese Kraft ist um so furchtbarer, als weder Zeit, noch Raum ihr Schranken setzen. Der Weg, den der galvanische Strom durch die Batterie, und weiter von dem einen Pole derselben zurück bis zum andern nimmt, heißt Cirkel. Auch sagt man von den Körpern, durch welche der galvanische Strom diesen Weg nimmt, daß sie den Cirkel bilden. Nehmen wir an, daß von dem positiven Pole einer Batterie ein Leitungsdraht ausgehe bis zu einer gewissen Entfernung, hier umkehre und bis zu dem negativen Pole derselben Batterie zurückgeführt sei; nehmen wir ferner an, daß der positive Pol einer zweiten Batterie, welche neben der ersten aufgestellt ist und aus gleich viel Elementen besteht, durch einen kurzen Draht mit jenem zurückgeführten Leitungsdrahte verbunden sei, und von dem entfernten Ende desselben ein zweiter Leitungsdraht ausgehe und zu dem negativen Pole der zweiten Batterie zurückkehre: so hat man von den beiden einander nahestehenden Batterien bis zu dem entfernten Ende der Leitung drei Drähte. Die Ströme beider Batterien, mögen sie von den positiven oder von den negativen Polen ihren Weg durch die Drähte nehmen, gehen durch den mittlern Draht in entgegengesetzter Richtung. Wenn man in jeden der beiden äußern Drähte ein Galvanometer einschaltet, so zeigen diese durch ihre entgegengesetzten Abweichungen die umgekehrte Richtung an. Durch den mittlern Draht gehen sie in entgegengesetzter Richtung. War ein Galvanometer in derselben eingeschaltet, so zeigt dieses eine viel geringere Abweichung, als die in die beiden äu-

ßeren Drähte eingeschaltete. Wenn nämlich zwei Ströme sich begegnen, von denen der eine stärker ist als der andere; so wirkt der stärkere mit derjenigen Kraft auf das Galvanometer, welche ihm übrig bleibt, nachdem man die des entgegengesetzten Stromes abgezogen hat. Auch in dem Schließungsdrahte einer galvanischen Batterie begegnen sich zwei Ströme, deren Kraft der jedesmaligen Zusammensetzung der Batterie entspricht. Die (auf das Galvanometer) wirkende Kraft der beiden Ströme zusammengenommen, ist gleich dem Unterschiede der einzelnen Stromkräfte. Der Ausdruck: „Ein galvanischer Strom fließt durch den Draht", dient indeß nur dazu, die Sache zu versinnlichen. Nach der Vibrations-Theorie bedeutet er etwa: der Draht wird in einer gewissen Weise afficirt, eine gewisse Erschütterung durchzuckt ihn und durch diese Erschütterung werden ihm Eigenschaften ertheilt, die ihn in den Stand setzen, in der bekannten Weise auf die Magnetnadel und das weiche Eisen zu wirken. Die sinnreiche Hypothese des berühmten Ampere verleiht dieser Anschauungsweise größere Klarheit. Die beiden Pole einer Batterie seien durch einen Kupferdraht verbunden. Der Strom geht dann der Regel nach von dem positiven Pole durch den Draht zum negativen. Die freie Elektricität an dem positiven Pole, dem Widerstande des Schließungsdrahtes gegenüber gestellt, trennt nun, nach Ampere's Ansicht, die neutrale Elektricität des nächsten Molecules desselben, zieht das negative Molecule an, verbindet sich damit und stößt das positive ab. Dieses trennt seiner Seits die neutrale Elektricität des folgenden Molecules, zieht das negative an und stößt das positive zurück, u. s. w. Die Trennung erfolgt sofort aus unmittelbarer Nähe, bis das letzte positive Molecule am negativen Pole sich mit der negativen Elektricität verbindet, welche von demselben ausströmt. Dieser ersten Reihe der Trennung folgt sogleich eine zweite von Wiedervereinigung. Die negative Elektricität, welche beständig an dem negativen Pole erzeugt wird, trennt die Verbindung der beiden letzten Molecule, welche bei ihm erfolgt ist, zieht das positive Molecule an und stößt das negative zurück. Dieses, wieder frei geworden, zieht das nächste positive Molecule an und stößt das negative ab u. s. w. Es darf hier nicht eingewendet werden, daß der Kupferdraht aus einer zu starren Masse bestehe, um solche Aenderungen in der

Digitized by Google

molecularen Anordnung zuzulassen. Die eiserne Röhrenbrücke über den Menai-Canal streckt sich ja unter dem Einflusse der Sonnenwärme an einem heißen Sommertage um mehrere Zoll nach beiden Seiten hin aus, ähnlich der braunen Wegschnecke unserer Gärten. — Auch durch solche Hypothesen möchte der Schleier, welcher über die Natur und das eigentliche Wesen des elektrischen Stromes ausgebreitet ist, kaum gelüftet werden. Der folgenden Darstellung liegt des leichteren Verständnisses wegen allezeit die Voraussetzung zu Grunde, daß die Elektricität eine feine, unwahrnehmbare Flüssigkeit sei, welche durch den leitenden Körper strömt.

Der englische Mechaniker Bain hat 1842 in Hyde-Park, an dem Flusse Serpentine, folgende Versuche über den galvanischen Strom angestellt:

1) Eine Batterie von sechs Elementen war an dem einen Ufer des Flusses aufgestellt, an dem anderen ein Elektromagnet. Von den beiden Polen der Batterie gingen zwei Drähte durch den Fluß (die Drähte standen also mit dem Wasser in Berührung) und waren an die beiden Enden des um den Elektromagnet gewundenen Drahtes befestigt. Die Armatur, ein vor die beiden Enden des Elektromagnetes gestelltes weiches Eisen, war in Folge des elektrischen Stromes angezogen. Unterbrach man den Cirkel an dem einen Pole der Batterie, so blieb die Armatur, jedoch mit geringerer Kraft, angezogen; öffnete man dagegen den Cirkel bei dem Elektromagnete, so hörte die Anziehungskraft des letzteren auf, und die Armatur wurde durch eine angebrachte Feder von ihm abgedrückt. Nach einigen Minuten stellte man die Verbindung wieder her, und die Armatur wurde sogleich wieder angezogen. Schaltete man statt des Elektromagnetes ein Galvanometer ein, so erhielt man dieselben Resultate.

2) Die beiden von den Polen der Batterie ausgehenden Leitungsdrähte waren mit ihren spiralförmig gewundenen Enden in den Fluß gesenkt, ohne sich hier zu berühren; ein Galvanometer war in der Nähe der Batterie in den Draht eingeschaltet. Der Cirkel war geschlossen durch das Wasser zwischen den beiden Drahtenden. Die Abweichung des

Digitized by Google

Galvanometers zeigte einen kräftigen Strom an, der sofort aufhörte, wenn der Cirkel geöffnet wurde.

3) Alles, wie im vorhergehenden Versuche, nur war der eine Leitungsdraht, statt in das Wasser des Flusses, in einen gegen 500′ entfernten Brunnen gesenkt. Der Strom war eben so kräftig, obgleich er durch das Wasser des Brunnens, die Erde und das Flußwasser seinen Weg nehmen mußte.

4) Eine Zinkplatte war in einen Wasserbehälter gesenkt, eine Kupferplatte in einen andern, beide Platten waren durch einen isolirten Draht verbunden, in diesen war ein Galvanometer eingeschaltet, die Batterie aber weggelassen. Der Cirkel wurde durch die zwischen beiden Behältern befindliche Erde geschlossen. Die Abweichung des Galvanometers zeigte einen kräftigen Strom an.

5) Alles, wie im vorhergehenden Versuche, blos waren die beiden Platten in den Fluß (Serpentine) gesenkt, und zwar an derselben Seite. Der Strom ging von der Zinkplatte durch den Draht zur Kupferplatte und war sehr kräftig.

6) Die Einrichtung war genau getroffen wie im vierten Versuche, nur waren die beiden Platten eine (englische) Meile von einander in die Erde gesenkt. Die Abweichung des Galvanometers zeigte sogleich einen Strom an, der kräftiger wurde, wenn man die Platten vergrößerte, oder wenn man dieselben in feuchtere Erde einsenkte.

Anmerkung. „In der geschlossenen galvanischen Batterie, sagt A. von Ettingshausen, geht der Strom von jedem negativen Elektromotor (Kupfer, Platin, Kohle) zu dem mit ihm metallisch verbundenen (Zink) und von dem positiven Pole durch den Schließungsdraht zum negativen Pole, gerade so wie sich die Elektricität von der positiv geladenen Bewegung einer leidener Flasche zur negativ geladenen bewegt. Nach dieser Regel läßt sich in jedem einzelnen Falle die Richtung des Stromes leicht angeben. Da es in jedem Schließungsdrahte (Leitungsdrahte) zwei in entgegengesetzter Richtung circulirende Ströme gibt, einen positiven und einen negativen; so wäre man zu fortwährenden Unterscheidungen genöthigt; um diese zu ver-

Digitized by Google

meiden, faßt man allgemein blos den positiven Strom in's Auge und meint nur diesen, wenn von elektrischer Strömung ohne weitern Beisatz die Rede ist."

Bei Gelegenheit des sechsten Gelehrten-Congresses zu Mailand im Jahre 1844 lieferte diese Stadt die nöthigen Apparate, um den galvanischen Strom zu untersuchen. Die Resultate dieser Untersuchungen, von Magrini in einem Memoire zusammengestellt und abgedruckt in den Comptes-rendus der französischen Akademie der Wissenschaften vom 20. Januar 1845, waren im Wesentlichen folgende:

1) Wenn man eine Metallplatte in feuchte Erde oder in Wasser senkt, so beginnen bei der Berührung der beiden Substanzen die chemischen Kräfte ihre Thätigkeit und es wird freie Elektricität entwickelt. Verbindet man die Metallplatte mit einem mehrere Meilen weit durch die Luft geführten isolirten Drahte, so entsteht in demselben ein elektrischer Strom, welcher auch tellurischer Strom genannt wird.

2) Der Strom wird, je weiter von der Platte, desto schwächer, bis er gegen Ende des Drahtes für die Instrumente (Galvanometer und Elektromagnet) nicht mehr bemerklich ist. In der Nähe der Platte vermindert er sich in dem Drahte in einem viel höhern Maße, als entfernt von derselben. Die Wärmestrahlen liefern eine ähnliche Erscheinung.

3) Die Stromstärke nimmt mit der Länge des Drahtes zu, eben so mit der Größe der Platte; sie ist auch abhängig von der Beschaffenheit des Erdreiches, worin die Platte gesenkt ist.

4) Die Richtung des Stromes hängt von der Beschaffenheit der metallischen Masse ab, woraus die Platte gebildet ist. Eine Zink- und eine Kupferplatte erzeugen Ströme von entgegengesetzter Richtung. Der fünfte Versuch von Bain gibt diese Richtung an.

5) Ist der durch die Luft geführte, isolirte Draht an beiden Enden mit einer Erdplatte versehen, so entstehen in demselben zwei Ströme, beide in derselben, oder in entgegengesetzter Richtung, je nach der Beschaffenheit der Platte.

Digitized by Google

In dem ersten Falle ist die Stromkraft fast gleich der Summe der Kräfte beider einzelnen Ströme, im zweiten fast gleich dem Unterschiede beider.

6) Sind beide Platten von demselben Metalle und in jeder Hinsicht gleich, so ist doch nie ein Gleichgewicht der Stromkräfte da. Der Strom, welcher sich in einem solchen Falle zeigt, hängt von der Beschaffenheit der Erde und des Wassers ab, worin die Platten gesenkt sind. Der Strom behält stets dieselbe Richtung, wenn man auch die Platten mit einander vertauscht.

7) Sicher ist, daß der Strom den Rundgang durch den Draht und die Erde macht.

8) Wenn durch einen isolirten Luftdraht ein geschlossener Cirkel gebildet, und eine in feuchtes Erdreich gesenkte Metallplatte mittelst eines Drahtes mit diesem Cirkel verbunden wird, so entsteht sogleich ein elektrischer Strom.

9) In der Nähe des Verbindungspunktes ist der Strom am stärksten; er wird, je weiter von diesem Punkte, desto schwächer, geht durch Null, hat an der andern Seite eine entgegengesetzte Richtung und wird immer stärker, je mehr er sich von dieser Seite dem Verbindungspunkte nähert. Der Strom vertheilt sich also nach beiden Seiten in den Draht.

10) Wenn man den Cirkel in der Nähe des Verbindungspunktes öffnet, so ist der Strom fast doppelt so stark und hat nur eine Richtung.

11) Eine Metallplatte, in die Erde oder in Wasser eingesenkt, erregt Elektricität. Da die in der Erde oder dem Wasser an der Berührungsfläche erzeugte Elektricität in die Erde beständig abfließen kann, so werden beide Theile (Erde oder Wasser und Platte) in ihren natürlichen Zustand zurückkehren, wenn auch die freie Elektricität der Platte abgeleitet wird. Dieses geschieht durch einen sehr langen isolirten Luftdraht. Derselbe nimmt die frei gewordene Elektricität der Platte in dem Maße auf, daß er sie neutralisirt. Dem natürlichen Zustande in beiden Theilen folgt aber sogleich die Elektricitäts-Erzeugung, dieser der Abfluß, und dem Abflusse wieder der natürliche Zustand

Digitized by Google

und die Elektricitäts-Erzeugung u. s. w. In dieser Weise ist die elektromotorische Kraft constant.

12) Wenn man von den beiden Polen einer galvanischen Batterie zwei Drähte ausgehen läßt, deren jeder in eine Erdplatte endigt, so ist der Cirkel durch die Erde geschlossen. Der Widerstand, welchen diese dem Strome entgegensetzt, vermindert sich bis zu einem gewissen Grade, wenn man die Platte vergrößert.

Nach der Ansicht vieler Physiker ist die Erde, dem bisher Gesagten entgegen, kein Leiter der Elektricität, sondern ein Behälter, in welchen sich dieselbe verliert. Sie saugt demgemäß gleichsam die in sie geleitete freie Elektricität ein und läßt sie in ihrem Schoße verschwinden; es wird durch die Erdplatten ihr Abfluß bewirkt. Die geringe Menge der durch die Batterie erzeugten Elektricität in Berührung mit dem großen Behälter (der Erde), in welchen sie ohne Widerstand abfließen kann, besitzt keine trennende Kraft mehr und wird ohne Weiteres absorbirt. Diesem entgegen behaupten andere eben so berühmte Physiker, daß die Erde ein vortrefflicher Leiter des galvanischen Stromes sei. Insbesondere hat Matteucci eine Reihe sorgfältiger Versuche über diesen Gegenstand angestellt, von denen die bedeutendsten folgende sind:

1) Er leitete einen gut isolirten, 1740 Meter langen Draht vom großherzoglichen Park bei Pisa über gut gefirnißte Pfähle von trockenem Holze längs der Chaussee durch die Luft. In den Draht war ein empfindliches Galvanometer und eine Batterie von Bunsen von 4 Elementen eingeschaltet. Berührten zwei Männer den Draht an zwei Stellen, zwischen denen sich Galvanometer und Batterie befanden, mit der Hand, so wurde das Galvanometer augenblicklich bis auf 90 Grad abgelenkt. Der Cirkel war durch den Draht, den menschlichen Körper, die Erde und wieder den menschlichen Körper geschlossen.

2) Dann ließ er die Batterie weg, verband das eine Ende des Luftdrahtes mit einer in das Wasser eines Grabens gesenkten Zinkplatte. Diese, so wie auch die anderen Platten, hatten ein halbes Quadratmeter Oberfläche. Berührte man den Draht jenseit des Galvanometers mit der Hand (das

Galvanometer war nahe bei der Zinkplatte in den Draht eingeschaltet, befand sich also zwischen der Hand und der Zinkplatte), so war der Cirkel durch die Zinkplatte, das Wasser des Grabens, die Erde, den menschlichen Körper und den Draht geschlossen, und ein kräftiger Strom floß durch diese Körper. Er hörte sofort auf, wenn man die Hand los ließ.

3) Der 1740 Meter lange Draht wurde über isolirende Pfähle durch die Luft geführt und beiderseits mit einer in das Wasser eines Grabens gesenkten Platte aus Eisenblech verbunden. Nahe an dem einen Ende waren eine Bunsensche Batterie von 4 Elementen und ein Galvanometer in denselben eingeschaltet. Die Nadel wurde auf 27 Grad abgelenkt. Dasselbe war der Fall, wenn die Batterie an dem einen, und das Galvanometer an dem anderen Ende in den Draht eingeschaltet wurde, auch, wenn man die Pfähle wegnahm und den Draht über den Rasen legte.

4) Matteucci fand durch wiederholte Versuche, welche er in Italien und England anstellte, daß der Widerstand in einem gemischten Cirkel, d. h. einem solchen, der zum Theile durch einen Kupferdraht, zum Theile durch die Erde gebildet wird, geringer ist, als in einem rein metallischen Cirkel, und insbesondere, daß der Widerstand, welchen die Erde dem elektrischen Strome entgegenstellt, Null oder fast Null ist.

5) Zwei Metallplatten wurden eingesenkt, die eine in einen Brunnen an dem rechten, die andere in einen Brunnen an dem linken Ufer des Arno. Ein Kupferdraht, welcher beide Platten verband, war durch den Fluß gelegt; von jeder Platte bis zum Wasser des Flusses war er isolirt. Wurde ein Galvanometer an dem einen Ufer in den isolirten Theil des Drahtes eingeschaltet, so zeigte sich ein schwacher Strom. Nachdem an dem anderen Ufer eine Bunsensche Batterie von vier Elementen eingeschaltet war, wich die Nadel auf 90 Grad ab. Der Strom cirkulirte durch den Draht, die Platten, das Wasser der Brunnen und die Erde.

6) Ein durch die Luft geführter, isolirter Draht endigte beider

Digitized by Google

Seits in eine große Metallplatte a und b. Die eine a war in das Wasser eines etwa zehn Fuß breiten Bassins, die andere b in das eines Brunnens gesenkt. Ein zweiter durch die Luft geführter isolirter Draht endigte ebenfalls in zwei große Platten c und d. Die eine c war in dasselbe Bassin gesenkt, befand sich also in der Nähe von a, die andere d in einen zweiten Brunnen, welcher von dem ersten ziemlich weit entfernt war. In den einen Draht war ein Galvanometer, in den anderen eine Batterie eingeschaltet. Sobald der Cirkel geschlossen war, wich die Galvanometer-Nadel auf 90 Grad ab. Der Cirkel wurde offenbar durch die beiden Drähte, das Wasser des Bassins und die Erde zwischen beiden Brunnen gebildet.

7) Ein langer, durch die Luft geführter isolirter Kupferdraht war mit seinen beiden Enden in zwei 160 Meter von einander entfernte Brunnen A und B eingesenkt; in den Draht war eine Bunsensche Batterie von zehn Elementen und ein Galvanometer eingeschaltet. Fast in gerader Linie zwischen den Brunnen A und B befanden sich zwei andere Brunnen C und D 30 Meter von einander entfernt. C war von A 80, und D von B 50 Meter entfernt. Ein zweites Galvanometer war zwischen den Brunnen C und D aufgestellt; die verlängerten Drahtenden desselben tauchten das eine in den Brunnen C, das andere in den Brunnen D. Die eingesenkten Theile des Drahtes waren von Silber oder von Platina.

Es wurde gewartet, bis die Nadel des zweiten Galvanometers auf Null stand; darauf ließ man den Strom der Batterie cirkuliren, und augenblicklich wich das zweite Galvanometer auf 35 bis 40 Grad ab. Man ließ den Strom in umgekehrter Richtung cirkuliren, und die umgekehrte Abweichung des zweiten Galvanometers zeigte augenblicklich an, daß der Strom auch durch seinen Draht in umgekehrter Richtung fließe.

8) Der Versuch wurde unter etwas veränderten Umständen wiederholt. Die beiden jetzt kürzeren Drahtenden des zweiten Galvanometers wurden in denselben Brunnen gesenkt, so daß sie nur ein Meter von einander entfernt waren.

Digitized by Google

Wurde jetzt der Cirkel der Batterie geschlossen, so erhielt man eine Abweichung des zweiten Galvanometers von drei bis vier Grad; aber auch eine umgekehrte, wenn man dem Strome in dem Hauptdrahte eine umgekehrte Richtung gab.

Wenn auch in den angeführten Versuchen (vergl. Moigno S. 189 u. f.) noch Manches dunkel und unerklärt bleibt, wenn auch viele derselben zur Entscheidung der streitigen Frage wenig oder gar nichts beitragen; so beweisen doch namentlich die drei letzten, wenn sie anders mit der gehörigen Sorgfalt angestellt waren, daß die Erde den galvanischen Strom leite. Ob dieses auch auf sehr weite Strecken der Fall ist, das muß die Zukunft lehren. Auch Prof. Erman fand bei seinen Versuchen auf der Havel den Strom noch sehr wirksam, wenn er durch 130 Fuß Draht und durch 130 Fuß Wasser ging. Basse hat ähnliche Versuche auf der Weser angestellt, welche dieselben Resultate lieferten. Der Ansicht der Physiker, daß die Erde den Strom zurückleite, liegt die Voraussetzung zu Grunde, daß keine Elektricität die Batterie verläßt, bis ihre beiden Pole durch einen Leiter mit einander verbunden sind.

Werden dem galvanischen Strome zwei oder mehrere Wege dargeboten, so schlägt er allezeit den kürzesten ein. Theilt sich der leitende Körper, z. B. der Kupferdraht, so theilt sich auch der Strom und zwar nach Verhältniß der Querdurchschnitte der Theile. Gelangt er auf seinem Wege bis zu einer Stelle, von wo aus er durch mehrere Körper fließen kann; so vertheilt er sich in dieselben nach Maßgabe ihrer Leitungsfähigkeit.

§ 9. Die Leitungsfähigkeit der Körper in Beziehung auf den galvanischen Strom.

Ein guter Leiter der Elektricität ist derjenige Körper, welcher der elektrischen Strömung verhältnißmäßig einen geringen Widerstand entgegensetzt. Unter den Metallen sind von den in der folgenden Kolonne zusammengestellten die oberen die besseren Leiter, und zwar in der Art, daß ein 136′ langer Silberdraht dem elektrischen Strome nicht mehr Widerstand entgegensetzt, als ein

Digitized by Google

100′ langer Kupferdraht; ein 100′ langer Kupferdraht nicht mehr als ein 17′ langer Eisendraht. Die nebenstehenden Zahlen: 136, 103, 100 u. s. w., beziehen sich also in der angegebenen Weise auf die Leitungsfähigkeit der Metalle:

Silber 136,
Gold 103,
Kupfer 100,
Zink 28,
Platin 22,
Eisen 17.

Der Kupferdraht ist demnach der brauchbarste für praktische Zwecke, wenn man nicht allein die Leitungsfähigkeit, sondern zugleich den Preis des Metalles berücksichtigt. Der viel wohlfeilere Eisendraht ist deshalb weniger anwendbar, weil er viel schlechter leitet. Die Kupferdrähte sind daher auch diejenigen, welche bei unsern Telegraphen-Anlagen gewöhnlich gebraucht werden. Der Widerstand, welchen ein leitender Körper dem elektrischen Strome entgegensetzt, vermindert dessen Wirkung, und zwar in der Art, daß derselbe Strom, durch den Draht eines Metalles von besserer Leitungsfähigkeit geführt, auch stärker auf die Magnetnadel wirkt, oder, wie wir später sehen werden, das Eisen stärker magnetisirt. Es ist durch gründliche Versuche, welche namentlich von dem Engländer Davy angestellt wurden, erwiesen, daß die Wirkung des elektrischen Stromes auch der Dicke des Leitungsdrahtes proportional ist. Das heißt: *Je größer der Querdurchschnitt des Drahtes, desto kräftiger ist der elektrische Strom.* Ein Draht von 200′ Länge setzt dem elektrischen Strome einen doppelt so großen Widerstand entgegen, als ein gleich dicker Draht desselben Metalles von 100′ Länge. Ein Draht von 100′ Länge und einer gewissen Dicke, und ein anderer Draht desselben Metalles von 200′ Länge, aber der doppelten Dicke, leisten dem elektrischen Strome einen gleichen Widerstand. *Der Widerstand bleibt also derselbe, wenn sich die Längen der Drähte zu einander verhalten wie ihre Querdurchschnitte.* Das Gesagte gilt nicht allein von den Metallen, sondern auch von allen anderen Leitern der Elektricität, also auch von der festen Erdrinde und

von den Flüssigkeiten, obschon diese viel schlechtere Leiter sind, als die Metalle. Die Stromstärke kann, wie wir eben gesehen haben, durch die Magnetnadel erkannt werden. Der Engländer Faraday hat durch seine scharfsinnigen Versuche bewiesen, daß, je stärker der galvanische Strom ist, er eine desto größere Menge Flüssigkeit chemisch zersetzt. Die Stärke des galvanischen Stromes kann also auch durch die Quantität einer zersetzten Flüssigkeit gemessen werden.

Digitized by Google

Zweiter Theil.

Beschreibung der elektro-magnetischen Apparate.

§ 10. Einleitende Bemerkungen.

Will man zwei Oerter, A und B, durch elektrische Telegraphen verbinden, so stellt man zunächst an jedem derselben einen Telegraphen hin; ebenso eine galvanische Batterie. In diesen Batterien wird fortwährend Elektricität erzeugt. Was diese Elektricität eigentlich sei, ist völlig unbekannt; man stellt sie sich aber, des leichteren Verständnisses wegen, als eine äußerst feine, unwahrnehmbare Flüssigkeit vor. Dieselbe hat die wunderbare Eigenschaft, daß sie mit unglaublicher Schnelligkeit durch gewisse Körper fließt. Die fließende Elektricität heißt der elektrische oder galvanische Strom. Eine jede Batterie hat (s. § 5) zwei Enden oder Pole, an denen sich die elektrischen Flüssigkeiten anhäufen. Ein langer Kupferdraht (der Leitungsdraht) verbindet beide Batterien; er ist nämlich von dem einen Pole der Batterie an dem Orte A durch den Telegraphen, von da durch die Erde oder über Stangen durch die Luft nach dem Orte B geführt, geht hier ebenfalls durch den Telegraphen hindurch zu dem einen Pole der dortigen Batterie. Von dem anderen Pole beider Batterien geht außerdem ein kurzer Draht zu einer Erdplatte, welche im Boden liegt. Der Strom geht nun z. B. von dem einen Pole der Batterie an dem Orte A durch den langen Kupferdraht bis zu dem einen Pole der Batterie an dem Orte

Digitized by Google

B, durch die Batterie, durch den von ihrem anderen Pole auslaufenden kurzen Kupferdraht in die Erdplatte, durch die Erde zurück bis zu der Erdplatte an dem Orte A, hier durch den kurzen Kupferdraht bis zur Batterie, durch dieselbe zu dem einen Pole zurück, von wo er ausging. Andere meinen, daß er nicht durch die Erde zurückfließe, sondern vermittelst der im Boden liegenden Platte in die Erde gelange und sich in ihrem Schoße verliere. Würde der die Elektricität leitende Draht an irgend einer Stelle durchschnitten, so würde der Strom sofort in der ganzen Ausdehnung desselben aufhören oder doch die erforderliche Kraft verlieren. In beiden Telegraphen ist eine Vorrichtung (der Unterbrechungs-Apparat) angebracht, den Leitungsdraht zu trennen, also auch den Strom zu unterbrechen. In beiden befindet sich auch ein eiserner Cylinder, um welchen der durchgeführte Kupferdraht in vielen Windungen gelegt ist. Wenn der elektrische Strom also durch den langen Draht fließt, so geht er in beiden Telegraphen in vielen Windungen um diesen Cylinder. Derselbe wird dadurch sogleich magnetisch; verliert aber seine magnetische Anziehungskraft augenblicklich, wenn der elektrische Strom zu fließen aufhört. Der eiserne Cylinder ist in die Form eines Hufeisens gebogen und wird auch Hufeisen genannt. Vor seine beiden Enden ist eine eiserne Platte oder Stange gestellt, welche Armatur genannt wird. Wenn das Hufeisen durch den elektrischen Strom magnetisch geworden ist, so zieht es die Armatur an; hat es durch das Aufhören des elektrischen Stromes seine magnetische Anziehungskraft wieder verloren, so wird sie durch eine Feder abgedrückt. Da man nun in den Telegraphen selbst die Mittel besitzt, den Kupferdraht nach Belieben verbunden zu halten und wieder zu trennen, also den elektrischen Strom fließen zu lassen und wieder zu unterbrechen; so kann man auch die Armaturen beliebig von dem Hufeisen anziehen oder durch die Feder abdrücken lassen. Ein bei dem Telegraphen an dem Orte A angestellter Beamte kann also durch eine abwechselnde Unterbrechung und Wiederherstellung des elektrischen Stromes die Armatur in den Telegraphen an den Oertern A und B sich hin- und herbewegen lassen und vermittelst dieser Hin- und Herbewegungen bei beiden Telegraphen zugleich die gewünschten Zeichen hervorbringen. Dasselbe ver-

Digitized by Google

mag der Beamte an dem Orte B. Die Unterbrechung des Stromes wird je nach der Einrichtung der Apparate von dem Telegraphen-Beamten dadurch bewirkt, daß er eine Taste oder eine Feder niederdrückt. Dadurch wird nämlich der lange Leitungsdraht in dem Telegraphen getrennt. So wie der Druck aufhört, ist die Verbindung wieder hergestellt und der Strom fließt ungehindert.

In anderen Telegraphen ist der Kupferdraht nicht um ein Hufeisen, sondern um einen hohlen Cylinder von Pappe, oder um einen hölzernen Rahmen gewunden, und innerhalb dieses Cylinders oder Rahmens befindet sich ein frei beweglicher Magnet oder eine frei bewegliche eiserne Stange. Wenn der Strom von der einen Seite durch den langen Kupferdraht, also auch durch jene Windungen in den beiden Telegraphen fließt, so werden die Magnete in denselben nach einer Seite abgelenkt; fließt er dagegen von der anderen Seite durch die Windungen, so werden sie nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt. Die bewegliche eiserne Stange wird durch den elektrischen Strom magnetisch und in derselben Weise nach der einen oder anderen Seite abgelenkt. In diesem Falle wird also nicht durch das Fließenlassen und Unterbrechen des Stromes, sondern durch das Fließenlassen von der einen oder anderen Seite die Hin- und Herbewegung eines Magnetes oder einer magnetisirten eisernen Stange bewirkt. So wie der Strom zu fließen aufhört, hören auch seine Wirkungen auf, d. h. der Magnet und die Stange nehmen ihre normale Stellung wieder ein. Es ist also in diesen Telegraphen eine besondere Vorrichtung (der Commutator) nöthig, um dem Strome die eine oder die andere Richtung zu geben. Wir wollen nun die Hin- und Herbewegung zuerst der Armaturen, dann der Magnete einer sorgfältigen Betrachtung unterbreiten.

Bei den Maschinen bringen die eigentlichen Kraft- und Umtriebsmaschinen selten unmittelbar diejenigen Bewegungen hervor, welche zur Verrichtung einer gewissen Arbeit dienen. Meist bedarf es der Zwischenmaschinen, um die Bewegungen der Kraftmaschinen abzuändern, umzusetzen und auf die Arbeitsmaschinen zu übertragen. Auf eine ähnliche Weise verhält es sich mit denjenigen Telegraphen, welche mit einem Hufeisen (Elektromagnete)

und einer Armatur versehen sind. Die Armatur in den Telegraphen wird, wie wir gesehen haben, in eine absetzende Bewegung versetzt. Diese absetzende Bewegung ließe sich leicht direct in eine rotirende verwandeln, wie es bei den Dampfmaschinen geschieht, und letztere könnte auf einen Zeiger übertragen werden. Die absetzende Bewegung wird jedoch gegenwärtig, vermittelst eines von einem Gewichte oder einer Feder getriebenen Uhrwerkes, in eine stetige rotirende verwandelt. Jene Bewegung der Armatur hat keinen anderen Zweck, als den, den Gang dieses Uhrwerks zu regeln, etwa wie die Bewegungen des Steigradshakens den Gang einer Wanduhr bestimmen. Dieses Uhrwerk ist demnach die nothwendige Zwischenmaschine. Durch dasselbe erhält man bei den Zeiger-Telegraphen das leichte Rundlaufen des Zeigers. Da die absetzenhe Bewegung der Armatur den Gang dieses Uhrwerks regelt, so bedingt sie auch den Rundgang des Zeigers, läßt ihn laufen oder hält ihn an. Dadurch, daß der Zeiger eine ganz kurze Zeit bei irgend einem Buchstaben an dem Umfange des Zifferblattes stehen bleibt, wird dieser Buchstabe markirt, oder als der mitgetheilte bezeichnet. Dasselbe gilt von den Ziffern. Die Buchstaben werden zu Wörtern, und die Ziffern zu Zahlen zusammengesetzt. Beide sind auch bedeutsame Zeichen einer Geheimschrift oder Chiffre-Sprache, wozu bloß die vorgesetzten Beamten den Schlüssel haben. — Bei den amerikanischen Telegraphen wird die absetzende Bewegung der Armatur nicht umgesetzt, sondern dieselbe bringt unmittelbar und direct die gewünschte Wirkung hervor. Bei den mit Magneten versehenen Telegraphen leisten die absetzenden Bewegungen der Magnete die verlangten Dienste. Ein an die Achse des Magnetes befestigter Zeiger macht nämlich mit diesem dieselbe Hin- und Herbewegung. Die verschiedenen Hin- und Herbewegungen des Zeigers geben aber die einfachen Zeichen her, aus denen die 25 Buchstaben des Alphabetes und die Ziffern gebildet werden. Die Handhabung dieser Apparate setzt also eine genaue Bekanntschaft mit jenen Zeichen voraus.

Das innere Getriebe der Telegraphen in technischer Beziehung vollständig kennen zu lernen, kann nur für den Mechaniker Interesse haben. Dasselbe wird noch manche Veränderungen erleiden, bis nach einer Reihe von Jahren eine gereiftere Erfah-

Digitized by Google

rung vielleicht eine bestimmte Einrichtung als die zweckmäßigste herausgestellt hat. Die meisten Leser werden sich vor Allem eine klare Vorstellung von der verborgenen Wirksamkeit der beim Telegraphiren thätigen Naturkräfte, so wie von den wesentlichen Bestandtheilen der Telegraphen zu verschaffen suchen. Daher ist die folgende Darstellung insbesondere bemüht gewesen, denselben, unter Weglassung der technischen Einzelnheiten, die verborgene Thätigkeit der Naturkräfte vorzuführen und die Hauptbestandtheile der telegraphischen Apparate ihrem aufmerksamen Blick zu enthüllen. Die wesentlichen Momente der elektro-magnetischen Telegraphie: der elektrische Strom bei den mit einem Hufeisen und einer Armatur versehenen Telegraphen, die Art seiner Unterbrechung, die magnetisirende Kraft desselben, die absetzende Bewegung der Armatur, die Wirkung, welche diese Bewegung auf ein Uhrwerk ausübt; ferner, bei den Magnet-Telegraphen, die Art und Weise, wie dem Strome bald diese, bald jene Richtung gegeben wird, und die durch ihn bewirkte Ablenkung der Magnete sind in einer leicht verständlichen Form und ausführlich besprochen worden. Die weniger wesentlichen Theile des Triebwerkes der telegraphischen Apparate, die künstliche Zusammensetzung der einzelnen Theile sind nur in so weit in die Darstellung aufgenommen, als es zum Verständniß des Ganzen nöthig erschien. Der Hauptbestandtheil dieses inneren Getriebes ist indeß bei den erstgenannten Telegraphen allezeit jene Zwischenmaschine, das mehrgenannte Uhrwerk. Wenn sich der Leser von dem Ineinandergreifen des Räderwerkes einer gewöhnlichen Wanduhr Einsicht verschafft, so wird ihm das zum Verständniß mancher Telegraphen-Apparate dieser Art eine merkliche Erleichterung verschaffen, indem die innere Einrichtung derselben dem Gangwerke einer Uhr in vielfacher Beziehung ähnlich ist. Die Verschiedenheit der Construktion dieser Apparate besteht zumeist in der verschiedenen Einrichtung des Uhrwerkes. Dasselbe wird gegenwärtig äußerst einfach hergestellt, und werden mehrere Räder und Triebe, welche in gewöhnlichen Uhrwerken vorzukommen pflegen, weggelassen.

Digitized by Google

§ 11. Der elektro-magnetische Telegraph.

Die Hauptbestandtheile eines jeden elektro-magnetischen Telegraphen sind folgende:

1) die galvanische Batterie,
2) die Leitung,
3) der **Unterbrechungs-Apparat**, welcher auch Mittheilungs-Apparat, Zeichenbringer, Bringer oder Schlüssel genannt wird,
4) der **Empfangs-Apparat**, welcher auch Zeigerwerk, Zeichen-Apparat, Zeichengeber oder Schreib-Apparat heißt,
5) der Wecker, das Wecker- oder Alarmglöckchen.

Hierzu kommt bei einigen Anlagen

6) der Wechsel-Apparat, und bei fast allen mit Luftdrähten versehenen Telegraphen
7) der Blitzableiter.

Die beiden ersten Bestandtheile, die Batterie und die Leitung, sind von einfacher Construction und erleiden nur wenige Veränderungen. Die Batterie ist § 5 beschrieben; die Leitung wird im § 12 des Weiteren besprochen werden. Der Unterbrechungs- und Empfangs-Apparat führen zusammen den Namen: **Sprech-Apparat** oder **Telegraph** im engeren Sinne dieses Wortes. Wenn später von dem Telegraphen die Rede ist, so hat man stets den Telegraphen in diesem engeren Sinne zu verstehen. Beide Apparate stehen an der sprechenden Station oft in inniger Wechselbeziehung: sie arbeiten zusammen, sie ruhen zusammen, die Bewegungen, welche einzelne Theile derselben vornehmen, sind durchaus gleichmäßig. Der Unterbrechungs-Apparat hat seinen Namen daher, weil durch ihn der galvanische Strom beliebig unterbrochen und wiederhergestellt werden kann. Er heißt Mittheilungs-Apparat, weil er durch diese Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes die Zeichen dem entfernten Apparate mittheilt; aus demselben Grunde auch Zeichenbringer oder Bringer. Schlüssel wird er genannt, weil er die Batterie öffnet und wieder schließt. Der Empfangs-Apparat hat deshalb diesen Namen, weil der Beamte auf der entfernten Station durch ihn zunächst die Zeichen empfängt. Eben deshalb heißt er auch Zeichengeber.

Zeigerwerk wird er genannt, weil häufig ein Zeiger (ähnlich dem einer Wanduhr) auf demselben rundläuft; Schreib-Apparat, weil er, wie z. B. bei den amerikanischen Telegraphen, die mitgetheilte Nachricht auf Papier schreibt. Beide Apparate führen zusammen den Namen Sprech-Apparat, weil mit ihrer Hülfe weit von einander entfernte Personen im Stande sind, mit einander zu sprechen.

Die beiden Bestandtheile des Sprech-Apparates oder Telegraphen im engeren Sinne sind in der Regel in einem und demselben Kasten zusammengestellt. Dieser Kasten ist zum Beispiel bei dem Telegraphen der Köln-Mindener Eisenbahn 11½" lang, eben so breit und 4" hoch. Ein 2" dickes Brett dient ihm zur Unterlage. Zum Behufe des bequemeren Telegraphirens sind die Telegraphen gewöhnlich in einem Zimmer auf einen Tisch gestellt und die zugehörige Batterie unter denselben. Die Telegraphen haben in verschiedenen Ländern sehr verschiedene Einrichtungen erhalten. Der Leitungsdraht ist allemal durch sie hindurchgeführt. Wird der galvanische Strom unterbrochen, so geben sämmtliche Apparate, welche in derselben Leitung liegen, ein sichtbares (oder hörbares) Zeichen; ebenso, wenn er wiederhergestellt wird. Bei mehreren Apparaten ist jedoch eine Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes nöthig, um ein Zeichen zu geben. Die Sprech-Apparate, welche bisher zur Anwendung gekommen, sind folgende:

1) der Zeiger-Telegraph,
2) der Schreib-Telegraph,
3) der Magnet-Telegraph.

Die von Cramer, Siemens, Kalske und Fardely construirten Zeiger-Apparate repräsentiren die vortrefflichen deutschen Telegraphen-Systeme; die Schreib-Apparate sind amerikanischen Ursprungs und rühren von Morse her; die Magnet-Telegraphen sind von Wheatstone und Bain zuerst hergestellt und in England vorzugsweise in Anwendung gekommen. Die Bainschen Apparate werden auch in Oesterreich vielfach gebraucht

§ 12. Die Leitung.

Die einfachste Form der Leitung ist der Schließungsdraht, d. h. derjenige Draht, welcher die beiden Pole der Batterie mit einander verbindet. Ueberhaupt diejenigen Körper, welche eine die Elektricität leitende Verbindung zwischen den beiden Polen einer Batterie herstellen, oder die Batterie schließen, bilden die Leitung. Zu derselben wird gegenwärtig der Kupferdraht gewählt. Ein solcher Kupferdraht heißt Leitungsdraht. Er ist gewissermaßen die Ader, durch welche der galvanische Strom fließt. Bei den Telegraphen-Anlagen ist er sehr verlängert, hier läuft er von dem einen Pol der Batterie durch den Telegraphen nach einem entfernten Orte, an diesem ebenfalls durch den Telegraphen und von da zu dem andern Pole der Batterie zurück. An dem entfernten Orte ist der Regel nach eine zweite Batterie eingeschaltet. Gegenwärtig braucht man meistens nur einen Draht zur leitenden Verbindung. Von dem Pole z an der Station A ist zum Beispiel ein Draht durch den Telegraphen, von diesem durch die Luft oder durch die Erde zur nächsten Station B geführt; hier geht er abermals durch den Telegraphen, von diesem zu dem Pole k der dort aufgestellten Batterie. Von dem Pole k der Batterie an der Station A geht ein kurzer Draht in die Erde hinab und endet hier in eine Zinkplatte; von dem Pole z der Batterie an der Station B geht ein eben solcher Draht zur Erde hinab und endigt dort in eine eben solche Zinkplatte. Der galvanische Strom geht dann zum Beispiel von dem Zinkpole z der ersten Batterie durch den Leitungsdraht nach der Station B bis zum Kupferpole k der dortigen Batterie, durch dieselbe und von dem Zinkpole derselben zur Zinkplatte in der Erde, von dieser durch die Erde bis zur Zinkplatte an der Station A, von dieser zu dem Kupferpole der dortigen Batterie zurück. Der Leitungsdraht ist von reinem Kupfer, gewöhnlich eine preußische Linie dick, und läuft gehörig isolirt von Station zu Station. Der durch die Erde geführte Leitungsdraht wird durch Gutta Percha isolirt und liegt gewöhnlich im Eisenbahndamme; der durch die Luft geführte geht aus dem Telegraphen-Bureau einer jeden Station sogleich durch die Luft weiter, oder er ist auch eine Strecke

Digitized by Google

unterirdisch (in eisernen Röhren) fortgeführt und tritt erst später (am Ende des Bahnhofes) zu Tage. Durch die Luft läuft er ohne weitere Umhüllung, von 12 bis 14' hohen hölzernen Stangen unterstützt, welche in Zwischenräumen von 60 bis 70' aufgestellt sind. Diese Stangen tragen an ihrem oberen Ende Kapseln von Porzellan, in welche der Leitungsdraht mit eingegossenem Blei befestigt ist, oder kleine hölzerne Rollen, um welche er einige Male gewunden ist. Den Bahnwärtern werden Drahtstücke gegeben, um die Verbindung des durch die Luft geführten Leitungsdrahtes, wenn er an irgend einer Stelle zerrissen ist, mit demselben wieder herzustellen. In der Gutta Percha hat man nach vielen Versuchen zuerst in Berlin die geeignete Substanz gefunden, um den Leitungsdraht auf eine haltbare Weise zu isoliren. Es ist mehrseitig die Behauptung aufgestellt worden, daß dieselbe von Thieren angefressen und beschädigt werde und sich deshalb zum Isolirungsmittel nicht eigne. Die königlich preußische Telegraphen-Direction läßt sich (unter dem 29. Nov. v. J.) in folgender Weise darüber vernehmen: „Es steht erfahrungsmäßig fest, daß Harze nur unter ganz besonderen Umständen von Thieren gefressen oder auch nur benagt werden. Ausgedehnte Versuche, welche bereits vor mehreren Jahren angestellt wurden, haben ergeben, daß Ratten und Mäuse nur in seltenen Fällen die reine Gutta Percha angreifen, dagegen die zu unterirdischen Leitungen ausschließlich angewendete geschwefelte Gutta Percha nur kurz vor dem Hungertode benagen. Um aber in dieser Beziehung jede Gefahr zu beseitigen, werden die Drähte so tief gelegt, daß sie den Ratten, Mäusen und Maulwürfen ganz unzugänglich sind. Ueberall da, wo örtliche Verhältnisse eine solche Tiefe nicht gestatten, und wo die Sicherheit des Drahtes durch andere Umstände gefährdet erscheint, wird derselbe durch eiserne oder thönerne Röhren geschützt. Bisher ist auch bei den ausgedehnten unterirdischen Telegraphen-Leitungen Preußens — welche sich, beiläufig gesagt, schon jetzt auf eine Länge von über 300 Meilen erstrecken und von denen einzelne Linien seit Mitte Februar dieses Jahres regelmäßig im Betriebe stehen — noch niemals eine Beschädigung des Isolirungs-Mittels durch Ratten, Mäuse &c. bei fertigen Leitungen vorgekommen. Es ist bisher nur einmal, und zwar wähend der Ausführung der Leitung

Digitized by Google

zwischen Berlin und Stettin, wo der Draht an einer Stelle aus Versehen längere Zeit nicht vollständig gedeckt gelegen hatte, der Fall vorgekommen, daß der Ueberzug auf einige Zoll Länge eine leichte äußere Beschädigung zeigte, die von einigen beim Verfüllen des Grabens mit hinein geworfenen jungen Feldmäusen herrührte, welche, hier eingeschlossen, den Ueberzug benagten und dann dem Hungertode erlagen. Im Gegentheil, die unterirdischen Leitungen haben sich so gut bewährt, und ihre Vorzüge sind, im Vergleich mit den bis dahin ausschließlich angewendeten Leitungen über Stangen, so erheblich, daß ihre allgemeine Anwendung und Verbreitung mit Sicherheit zu erwarten steht." Die Gutta-Percha-Fabrikation ist zuerst in Preußen in großem Maßstabe und mit gutem Erfolge in Ausführung gekommen, während man in anderen Ländern, England nicht ausgeschlossen, zur Zeit noch mit Versuchen beschäftigt ist. In der Fabrik der Herren Fonrobert und Pruckner in Berlin, welche für sämmtliche preußische Telegraphen-Linien den isolirenden Ueberzug geliefert hat, werden täglich 36—40000 laufende Fuß Kupferdraht mit einem Gutta-Percha-Ueberzuge versehen. Die Besitzer dieser Fabrik haben binnen Jahresfrist über 7½ Millionen laufende Fuß Draht mit Gutta Percha überzogen. Daß die Drahtleitung nirgends blank den Erdboden oder einen mit dem Erdboden in Verbindung stehenden Gegenstand berühren darf, ist eine wesentliche Bedingung, weshalb die größte Aufmerksamkeit darauf verwendet werden muß. Die Bahnwärter, Bahnaufseher, kurz das gesammte Aufsichts-Personal, sind verpflichtet, jeden bemerkten derartigen Mangel sofort im nächsten Telegraphen-Bureau zu melden. Aus diesem Grunde darf auch nicht geduldet werden, daß Bäume und Sträucher dem Luftdraht zu nahe kommen, daß Zweige und Blätter denselben berühren, weil sonst der galvanische Strom, namentlich bei nassem Wetter, theilweise durch dieselben abfließen und deshalb geschwächt werden würde. Die Leitung durch die Luft ist dem Uebelstande ausgesetzt, daß sie stets einer zufälligen oder absichtlichen Zerstörung preisgegeben ist und deshalb kostspielige Reparaturen erfordert, daß sie wegen der Feuchtigkeit der Luft und der sich ansetzenden feuchten Belegung sehr mangelhaft isolirt, so wie endlich, daß sie auch der nachtheiligen und zuweilen gefährlichen Einwirkung der atmosphärischen Elektricität unter-

Digitized by Google

liegt. Deshalb sind bei den königlich preußischen Staats-Telegraphen nur **unterirdische** Drahtleitungen angelegt. Welche Vorrichtungen man trifft, um die verschiedenen Verbindungsweisen der Telegraphen-Stationen zu bewerkstelligen, davon wird bei der Beschreibung der einzelnen Telegraphen des Näheren die Rede sein. Die Leitung gehört zu den kostspieligeren Theilen der Telegraphen-Anlage. Der kupferne Draht, die hölzernen Stangen, welche den Luftdraht unterstützen, das Terrain, welches einer Seits zuweilen mit vielem Gelde für den Erddraht erworben werden muß, anderer Seits der Drahtleitung große Schwierigkeiten entgegensetzt, verursachen nicht unerhebliche Kosten. Die Telegraphen je zweier Stationen waren ursprünglich allezeit durch 2 oder mehrere Drähte mit einander verbunden; gegenwärtig wendet man in den allermeisten Fällen einen **einfachen** Draht an, insbesondere, wenn man Telegraphen-Linien im Großen anlegen will.

In England und Nord-Amerika sind die meisten Leitungsdrähte noch über Stangen durch die Luft geführt. In letzterem Lande ziehen sich dieselben weit über die Grenzen der Eisenbahnen fort.

§ 13. Der Blitzableiter.

Die Natur entwickelt in der Gewitterwolke eine große Menge intensiv kräftiger Elektricität, welche die isolirende Luftschicht durchbricht und von einem leitenden Körper in einen andern, in der Nähe befindlichen, mit Leichtigkeit überspringt. Die Unterstützungsstangen, welche dem Gebäude einer Telegraphen-Station, z. B. an der Köln-Mindener Eisenbahn, beider Seits zunächst stehen, tragen oben kleine Rollen. Der Leitungsdraht ist um diese Rollen einige Mal gewunden, der Theil desselben, welcher von der Rolle der nächsten Unterstützungsstange an der **einen** Seite durch das Stationsgebäude und den Telegraphen bis zur nächsten Unterstützungsstange an der **andern** Seite geht, ist dünner, als der übrige Leitungsdraht. Zwischen die Achse, auf welche die genannte kleine Rolle gesteckt ist, und diese Rolle ist das obere Ende eines sehr dicken Drahtes (oder Drahtgeflechtes) eingeschoben, welcher

Digitized by Google

an der Stange in die Erde hinabläuft. Läuft nun der Blitz an dem Leitungsdrahte hin bis zu diesem Blitzableiter, so springt er von dem dünneren Leitungsdrahte in den dicken, zur Erde hinablaufenden Draht, den Blitzableiter, über und entweicht in die Erde. Der Umstand, daß der durch das Stationsgebäude geführte Theil des Leitungsdrahtes viel dünner ist, als der andere längere Theil desselben, erleichtert das Ueberspringen noch mehr.

Zwei ungleich große, platte oder keilförmige Kupferstücke, von denen jedes Mal das größere durch einen dicken Kupferdraht mit dem Erdboden in leitende Verbindung gebracht ist, bildet eine andere Form des Blitzableiters. Das kleinere Kupferstück ist allezeit in den Leitungsdraht der Telegraphen eingeschaltet, und zwar an jeder Seite einer Telegraphen-Station; das größere befindet sich ganz in seiner Nähe. Sind beide Kupferstücke, welche zu einer Blitzableitung gehören, plattenförmig, so sind sie durch zwischen sie gelegte dünne Elfenbeinringe von einander getrennt. Wenn sie keilförmig sind, so werden sie durch Schrauben so befestigt, daß die Spitzen der Keile einander zugekehrt sind und sehr nahe beisammen stehen, sich jedoch nicht berühren. Berührten sie sich, so würde auch die galvanische Elektricität aus dem einen Stücke in das andere übergehen und dadurch zur Erde abgeleitet werden.

Die Blitzableiter haben den Zweck, die überspringende atmosphärische Elektricität (den Blitz), welcher möglicher Weise bei einem Gewitter den Leitungsdraht entlang geleitet wird, ehe dieselbe in das Gebäude der Telegraphen-Station gelangt, von dem dünneren Draht auf den dickeren, oder von dem kleinern Kupferstücke in der Leitung auf das größere Kupferstück zu übertragen und von diesem in die Erde hinabzuführen, ohne jedoch der galvanischen Elektricität, welche nicht überspringt, den Uebertritt zu gestatten. Der Telegraphist hat daher darauf zu sehen, daß die Kupferstücke stets rein und durch einen, möglichst geringen, Zwischenraum von einander getrennt gehalten werden.

Digitized by Google

§ 14. Ein Zeiger-Telegraph.

Der Professor Wheatstone in London hat, so viel dem Verfasser bekannt geworden, zuerst einen praktisch brauchbaren Telegraphen hergestellt. Derjenige, dessen Beschreibung hier folgt, rührt wenigstens in seinen wesentlicheren Bestandtheilen von ihm her. Auf einem wagerecht liegenden Brette steht, Figur 21, A, eine Säule s. Diese Säule trägt an einer kurzen, wagerecht vorgestreckten Achse a ein Speichenrad, welches um diese Achse drehbar ist. Das Rad hat 24 Speichen, 12 lange und 12 kurze, welche so geordnet sind, daß jedes Mal auf eine lange Speiche eine kurze folgt. An seinem Umfange sind 23 Buchstaben und ein Punkt sichtbar. Die Buchstaben x und y sind als überflüssig weggelassen, indem x durch ks und y durch i ersetzt wird. Bei den Buchstaben a, c, e, g, i, l, n, p, r, t, v, z sitzt eine kurze Speiche; bei dem Punkte und bei b, d, f, h, k, m, o, q, s, u, w eine lange. Auf dem Brette sind 3 messingene Klemmschrauben b, c und d, und 2 gleichlange Federn aus demselben Metalle, on und ik, sichtbar. Die Klemmschraube c steckt oben, die Klemmschraube d unten einen kurzen, wagerechten Arm von Messing aus. Die Feder on ist mit der Schraube c in metallischer Berührung, wenn sie mit ihrem linken Ende n gehoben ist; dagegen ist die Feder ik mit der Schraube d in metallischer Berührung, wenn sie mit ihrem linken Ende k niedergedrückt wird. In beiden Fällen werden nämlich die kurzen Arme von den Federn berührt. Beide Federn stehen, wenn sie keinen äußern Druck erleiden, mit ihrem linken Ende in erhöhter Stellung. Die vordere, on, wird bei der Umdrehung des Speichenrades durch die langen Speichen niedergedrückt; die hintere, ik, durch einen Fingerdruck. Steht der Telegraph in Ruhe, so steht die lange Speiche bei dem Punkte unten, die Feder on ist also niedergedrückt. Auf dem rechten Ende der Feder on steht die Klemmschraube b; sie ist durch einen kurzen Draht mit der Feder ik in metallischer Verbindung. Die genannten Theile bilden den Unterbrechungs-Apparat. Von den beiden Polen der Batterie B laufen 2 Drähte aus. Der galvanische Strom fließt von dem Pole p' durch den Draht 1

allezeit direct zur nächsten Station. Von dem Pole p geht er durch den Unterbrechungs-Apparat. Wird er hier nicht unterbrochen, so geht er entweder durch den Draht 2, oder durch den Draht 3 zur nächsten Station. Er geht nämlich zunächst bis zur Schraube b. Von hier giebt es einen doppelten Weg, nämlich: 1) durch die Feder on, den Arm der Klemmschraube c, durch c, durch den Leitungsdraht 2 nach der nächsten Station; 2) von b durch den kurzen Draht zur Feder ik, in den Arm der Klemmschraube d, von d durch den Leitungsdraht 3 zur nächsten Station. Ist das Speichenrad so gestellt, daß die lange Speiche des Punktes senkrecht nach unten gerichtet ist; so ist auch die Messingfeder on mit ihrem linken Ende n nach unten gedrückt und der Strom unterbrochen. Von dem Pole p der Batterie B kann er zur Klemmschraube b, von dieser in beide Federn on und ik gelangen, aber nicht weiter, weil diese Federn bei dieser Stellung des Apparates mit den Klemmschrauben c und d in keiner metallischen Verbindung stehen. Dieses ist die Stellung, welche das Speichenrad einnehmen muß, wenn der Telegraph in Ruhe steht. Dreht man nun das Rad so, daß der Buchstabe a und seine kurze Speiche unten stehen, so ist die Feder on an der linken Seite gehoben und in Berührung mit der Klemmschraube c, der Strom also hergestellt. Er fließt nämlich von dem Pole p der Batterie B zur Klemmschraube b, durch die Feder on, in den Arm der Klemme c, durch c, von c durch den Leitungsdraht 2 zur Klemmschraube a der nächsten Station (Figur 21, C), hier von a in vielen Windungen um das Hufeisen herum bis zur Klemme u, von u zurück zu dem Pole p' der Batterie B. Die Batterie ist in diesem Falle durch den Unterbrechungs-Apparat und die Drähte 1 und 2 geschlossen. Dreht man das Rad weiter, so daß der Buchstabe b und seine lange Speiche unten zu stehen kommen, so ist der Strom wieder unterbrochen, u. s. w.

Wenn nun der Telegraphist seine Thätigkeit beginnt und das Rad langsam umdreht, so wird der Strom zuerst hergestellt, dann unterbrochen, dann wieder hergestellt, dann unterbrochen, u. s. f. Bei der ersten Herstellung des Stromes steht der Buchstabe a unten, bei der ersten Unterbrechung desselben der Buchstabe b; bei der zweiten Herstellung des Stromes steht der Buch-

Digitized by Google

stabe c unten, bei der zweiten Unterbrechung der Buchstabe d, u. s. f.

Auch bei dem entfernten Empfangs-Apparate (Figur 21, C) springt, wie wir später sehen werden, ein Zeiger bei der ersten Herstellung des Stromes auf den Buchstaben a, bei der ersten Unterbrechung auf den Buchstaben b, bei der zweiten Herstellung auf c, bei der zweiten Unterbrechung auf d, u. s. w. Der Zeiger des Empfangs-Apparates springt also nach der Reihe auf diejenigen Buchstaben, welche bei der Umdrehung des Speichenrades ihre unterste Lage bekommen. Der Telegraphist ist dadurch in den Stand gesetzt, in großer Ferne einen Zeiger auf beliebige Buchstaben springen zu lassen. Welches jedesmal der Buchstabe sei, auf welchen jener Zeiger springt, zeigt ihm sein Speichenrad an; es ist derjenige, welcher an diesem Rade unten steht.

Die Figur 21, C, stellt den Empfangs-Apparat dar. Er ist mit 2 Elektromagneten versehen, vor deren Enden oder Spiegeln eine Eisenplatte, die Armatur ar, angebracht ist. Der Umfang des Zifferblattes ist, wie der des Speichenrades, in 24 Felder getheilt, welche einen Punkt und 23 Buchstaben enthalten (x und y sind weggelassen). Hinter dem Zifferblatte ist ein Zahnrad r sichtbar, welches an seinem Umfange 24 gleich große und gleich gestaltete Zähne hat. Das Zahnrad ist an einer Achse befestigt, welche hinter dem Zahnrade eine Walze u trägt. Um diese Walze ist in vielen Windungen eine Schnur gelegt, die das Gewicht g hält. Zahnrad, Walze, Schnur und Gewicht sind, Figur 22, von der rechten Seite gesehen dargestellt. Sind die Elektromagnete m durch den galvanischen Strom magnetisch geworden, so ziehen sie die Armaturen ar an; haben sie dagegen bei der Unterbrechung des Stromes die magnetische Anziehungskraft verloren, so werden sie durch eine Feder x von dem Elektromagnete m abgedrückt. An die Armatur ar zur Linken ist oben eine Stange i gelöthet. Sie ist, wie die Feder x, in der Figur 21, C, nicht dargestellt, in der 22. Figur aber deutlich zu sehen. Die Feder x drückt mittelst dieser Stange die Armatur ar von dem Elektromagnete m ab. Wird die Armatur ar (zur Linken) Figur 21, C, oben nach der rechten Seite hin abgedrückt, so macht der Haken hk eine Bewegung zur Linken;

Digitized by Google

wird jene dagegen von dem Elektromagnete m angezogen, so macht dieser eine Bewegung zur Rechten. Haken und Armatur sind an dieselbe bewegliche Achse befestigt. Ersterer liegt genau über dem Zahnrade r, der Elektromagnet m liegt mit dem einen Schenkel vor, mit dem andern hinter dem Zahnrade r, wie man Figur 22 deutlich sehen kann. Wenn der Haken hk seine mittlere Lage einnimmt, also an keiner Seite in das Zahnrad eingreift, so dreht sich dieses, vom Gewicht g gezogen, in der Richtung des Pfeiles um. Greift dagegen der Haken hk an der rechten oder linken Seite ein, so wird das Rad in seinem Laufe gehemmt.

Wenn nun der Telegraphist an der Station A eine Depesche an die nächste Station C befördern will, so drückt er die hintere Feder ik bei k nieder, so daß sie den unter ihr befindlichen Arm berührt. Der galvanische Strom fließt nun von dem Pole p der Batterie B nach der Klemmschraube b, von hier durch den kurzen Draht in die Feder ik (nicht durch on, weil er aus dieser Feder nicht weiter könnte), in den Arm der Klemmschraube d, in diese Klemmschraube selbst, von da durch den Leitungsdraht 3 bis zur Klemmschraube e der Station C; von hier in vielen Windungen um das zur Rechten befindliche Hufeisen herum nach der Klemmschraube u, von u durch den Leitungsdraht 1 nach dem andern Pole p′ der Batterie B zurück. Flösse der Strom in umgekehrter Richtung, also von dem Pole p′ aus, so gelangte er durch den Draht bis zur Klemmschraube u an der Station C. Von u hat er 2 Wege, nämlich durch die beiden Drähte nach dem Hufeisen zur Linken und zur Rechten. Liefe der Strom links um das Hufeisen herum nach der Klemmschraube a, von hier durch den Draht 2 zurück nach der Klemmschraube c; so könnte er nicht weiter. Sein Weg geht daher durch den Draht rechts, um das Hufeisen herum nach der Klemmschraube e, von da durch den Leitungsdraht 3 nach der Klemmschraube d zurück, von da in die niedergedrückte Feder ik, durch den kurzen Draht nach b, von da zu dem Pole p der Batterie B.

Steht der Telegraph in Ruhe, so ist, wie bereits bemerkt, der galvanische Strom unterbrochen, beide Armaturen an der Station C sind durch die Federn zur Rechten abgedrückt. Da-

Digitized by Google

durch, daß der Telegraphist die Feder ik an der linken Seite niederdrückt, wird der Strom hergestellt, und die Armatur zur Rechten von dem Elektromagnete m angezogen. Die an diese Armatur angelöthete Stange n bewegt sich in Folge dessen zur Linken. Der Hebel qw ist um die feste Achse v drehbar. Bewegt sich die Stange n zur Linken, so wird der untere Arm qv dieses Hebels ebenfalls zur Linken gezogen, und der Hammer w schlägt an die Glockenwand zur Rechten. Hat der Elektromagnet m bei der Unterbrechung des Stromes seine magnetische Anziehungskraft verloren, so wird die Stange n mit der Armatur ar von der Feder x zur Rechten gezogen, und der Hammer w schlägt an die Glockenwand zur Linken. Der Telegraphist bei dem Apparate A zur Linken läßt also dadurch, daß er zu wiederholten Malen das linke Ende der Feder ik mit dem Finger niederdrückt und wieder los läßt, die Glocke bei dem entfernten Apparate C ertönen. Das linke Ende der Feder ik trägt an seiner oberen Seite ein rundes Plättchen von Horn oder trockenem Holze, damit der galvanische Strom nicht durch den Körper des Telegraphisten in den Boden abfließe.

Durch das Läuten der Glocke wird der Telegraphist an der Station C avertirt, daß sein College an der Station A mit ihm sprechen will, er stellt sich an seinen Apparat und beobachtet den Gang des Zeigers auf seinem Zifferblatte.

Wenn nun der Telegraphist am Mittheilungs-Apparate (Figur 21, A) sein Speichenrad so weit dreht, daß der Buchstabe a mit seiner kurzen Speiche unten zu stehen kommt, so geht die Feder no, welche durch die lange Speiche niedergedrückt war, in die Höhe und berührt den oberen Arm der Klemmschraube c. Der galvanische Strom geht nun von dem Pole p der Batterie nach b. Von b könnte er zwar durch den kurzen Draht in die hintere Feder ik, aber von da nicht weiter kommen; deshalb geht er in die vordere Feder on, von da in den oben befindlichen Arm der Klemmschraube c, in diese, weiter durch den Leitungsdraht 2 nach der Klemmschraube a, von da um das linke Hufeisen herum nach u, von u durch den Leitungsdraht 1 zurück nach dem Pole p' der Batterie. Er könnte auch von der Klemmschraube u durch den Draht um das rechte Hufeisen herum nach e, von da durch den Leitungsdraht 3 nach der

Klemmschraube d und dem untern Arme dieser Schraube laufen. Von hier könnte er aber nicht weiter; sein Weg geht folglich von u durch den Leitungsdraht l nach dem Pole p'. Dadurch also, daß eine kurze Speiche des Rades unten zu stehen kommt, wird der Strom hergestellt. Sobald eine lange Speiche unten steht, wird er wieder unterbrochen. Steht der Telegraph in Ruhe, und ist dadurch der Strom unterbrochen, so wird die Stange i, welche an die Armatur zur Linken festgelöthet ist, durch die (in der Figur 21 C nicht sichtbare, in der Figur 22 aber deutlich gezeichnete) Feder x von dem Hufeisen abgedrückt; der Haken hk nimmt seine äußerste Lage zur Linken ein und greift rechts in eine Zahnlücke des Zahnrades r, arretirt also dieses Rad. Wird das Speichenrad so gedreht, daß a unten zu stehen kommt, so wird der Strom hergestellt, die linke Armatur angezogen und der Haken hk in die äußerste Lage zur Rechten gebracht. Er greift dann an der linken Seite in eine Zahnlücke des Zahnrades r. Wenn der Haken hk sich aus der äußersten Lage zur Linken in die äußerste Lage zur Rechten bewegt, so hat er seine mittlere Lage zu durchlaufen. Während der kurzen Zeit, daß er sich in dieser befindet, läßt er das Zahnrad zu beiden Seiten los. Dasselbe dreht sich vom Gewichte g getrieben um. Die Zeit, welche zwischen dem Loslassen des Hakens hk an der rechten Seite und seinem Eingreifen an der linken Seite vergeht, ist aber so kurz, daß das Zahnrad nur um einen Zahn, oder um $\frac{1}{24}$ seines ganzen Umfanges sich umdrehen kann. Da Zahnrad r und Zeiger z an dieselbe Achse befestigt sind, so dreht sich mit dem Zahnrade auch der Zeiger z vor dem Zifferblatte um $\frac{1}{24}$ seiner ganzen Umdrehung um, d. h. er springt von dem oberen Felde, das mit einem Punkte bezeichnet ist, auf das Feld a. Dreht jetzt der Beamte am Unterbrechungs-Apparate das Speichenrad so, daß der Buchstabe b mit seiner langen Speiche unten zu stehen kommt, so wird der Strom wieder unterbrochen, das linke Hufeisen hört auf magnetisch zu sein, seine Armatur wird durch die Feder x wieder abgedrückt, und der Haken hk kommt wieder in seine äußerste Lage zur Linken. Ehe er aber dort anlangt, ist das Zahnrad einen Augenblick losgelassen und dreht sich um $\frac{1}{24}$ seines Umfanges, gleichmäßig mit ihm der Zeiger, d. h. dieser springt auf b. Wenn also der Buchstabe b des

Digitized by Google

Speichenrades seine unterste Stellung einnimmt, so springt der Zeiger des Zeigerwerkes auch auf b u. s. w. Ueberhaupt springt dieser Zeiger jedesmal auf den Buchstaben, welcher beim Speichenrade in die unterste Lage gebracht ist. Der Telegraphist an dem Speichenrade ist also im Stande, den Zeiger des Zeigerwerkes an der entfernten Station C auf einen beliebigen Buchstaben springen zu lassen. Auf welchen Buchstaben der Zeiger dort springt, sieht er an seinem Speichenrade, es ist stets der unterste. Ein Irrthum ist also nicht gut möglich. Wollte nun der Telegraphist am Speichenrade dem am Empfangs-Apparate der nächsten Station C das Wort „König" mittheilen, so hätte er den Beamten an der andern Station durch die Weckerglocke zuerst zu avertiren, daß er sprechen will, damit dieser aufmerksam sei. Darauf dreht er sein Speichenrad zuerst so weit, daß der Buchstabe k unten zu stehen kommt und hält ein wenig inne. Dann dreht er es weiter, bis der Buchstabe o unten steht, dann fast ganz rund, bis n unten steht, dann wieder weiter, bis i unten steht, und endlich weiter bis g. Bei jedem anzugebenden Buchstaben läßt er das Speichenrad ein wenig ruhen. Ist das Wort zu Ende, so stellt er das Rad wieder so, daß der Punkt mit seiner langen Speiche unten steht, wodurch der Strom unterbrochen wird. Es ist klar, daß er so viele Wörter mittheilen kann, als es jedes Mal die zu machende Depesche erfordert.

Die Figur 21 stellt nicht 2 Telegraphen (im engern Sinne) dar, sondern von jedem nur die Hälfte. Es ist nicht ersichtlich, wie man von der Station C nach der Station A telegraphiren kann, weil die Zeichnung an dem Orte C keinen Unterbrechungs-Apparat und an dem Orte A kein Zeigerwerk darstellt.

Es ist nicht schwer, die Apparate beider Stationen vollständig anzugeben; da indeß dieser Telegraph, einer der ersten, welche verfertigt wurden, längst durch weit besser construirte ersetzt ist, so unterbleibt dieses.

§ 15. Ein anderer Zeiger-Telegraph.

Figur 23 stellt die Vorderansicht des ganzen Telegraphen dar. Die beiden Metallplatten PP und pp, so wie das Ziffer-

Digitized by Google

blatt qq, werden durch die Säulen ll in einer bestimmten Entfernung von einander gehalten. Es sind nur zwei derselben sichtbar, die eine an der rechten, die andere an der linken Seite. Die senkrechte Achse oo ist mit ihrem unteren Ende in die Metallplatte PP, welche dem ganzen Apparate als feste Unterlage dient, eingesenkt, mit ihrem oberen in die Platte pp. An diese Achse sind die Scheibe ss und die Walze W befestigt. Um die letztere ist in vielen Windungen eine Schnur gelegt. Die Schnur sitzt mit dem einen Ende an der Walze fest; das andere geht aus dem Telegraphen-Kasten hinaus, über eine Rolle r, und hält das Gewicht g. Dieses Gewicht dreht, an der Schnur ziehend, die Walze und mit ihr die Achse oo und die Scheibe ss gleichmäßig herum. In der 24. Figur sieht man diese Scheibe von oben und in ihrer ganzen Ausdehnung. Die genannten Theile bilden nebst zwei Federn n und n', und den Tasten, wovon später die Rede sein wird, den Unterbrechungs-Apparat.

Ueber demselben befindet sich das Zeigerwerk. Die 23. Figur stellt dasselbe zwischen den Platten pp und qq von vorne gesehen dar; die 25. Figur das Zifferblatt und noch einige Theile, von oben gesehen; die 27. das ganze Innere desselben, ebenfalls von oben gesehen und mit weggenommenem Zifferblatte dar. Dieses ist Figur 25 besonders gezeichnet, damit es das Innere des Zeigerwerkes nicht zu sehr verdecke und dem Auge des Lesers entziehe. Das Zeigerwerk besteht:

1) aus dem Elektromagnete m,
2) aus der Armatur ar, } (in der 23. Figur nicht sichtbar,
3) aus dem Haken hk, } wohl aber in der 25sten u. 27sten.)
4) aus dem Zahnrade ii,
5) aus dem Bodenrade bb,
6) aus dem Walzenrade ww,
7) aus der Trommel tt, welche die das Räderwerk treibende Feder aufnimmt,
8) aus dem Zifferblatte qq,
9) aus dem Zeiger z.

Die 26. Figur stellt die Hinterseite der Armatur ar dar, der Gestalt, daß sie in ihrem ganzen Umfange mit der an sie befestigten Stange 4 sichtbar ist. Die 28. Figur stellt die Tele

graphen zweier Endstationen und einer Zwischenstation dar, mit ihren Batterien B, ihrem Leitungsdrahte L und ihren Endplatten E. Dieselben Theile werden in allen 5 Figuren durch dieselben Buchstaben bezeichnet.

Die Scheibe ss (Fig. 23) steht etwa $\frac{1}{4}$ Zoll über der unteren Platte PP, die Walze W etwa $\frac{1}{2}$ Zoll über der Scheibe ss. Da die Achse oo eine senkrechte Lage hat, so hat die Scheibe ss eine wagerechte. Von der Achse oo ist, Figur 24, nur die Stelle o zu sehen, an welcher sie durch die Scheibe ss geht. Diese besteht aus hartem trockenen Holze (oder Horne). An ihrem Umfange sind, in gleichen Entfernungen von einander, 15 Messingplatten, Messingfelder genannt, eingelegt. Dieselben sind mit der übrigen Scheibe von gleicher Dicke und in der 24. Figur dunkel gezeichnet. Der Umfang der Scheibe besteht also aus 15 Messingplatten und 15 gleich großen Feldern von Holz, mithin im Ganzen aus 30 Feldern. Zwischen je 2 einander folgenden Messingfeldern liegt ein Holzfeld und umgekehrt. Die Mitte der Scheibe ss ist nicht von Holz, sondern eine kleine, runde Messingplatte s', welche zunächst an die Achse o, die aus einem die Elektricität nicht leitenden Stoffe besteht, befestigt ist. Diese Platte s' ist demnach ein Theil der ganzen Scheibe ss und bildet das mittlere Feld derselben. Von jeder der 15 Messingplatten läuft, an der untern Seite der Scheibe ss, ein schmaler Messingstreifen bis zu der mittleren runden Platte s'. Diese Messingstreifen sind in der 24. Figur durch Pünktchen angedeutet. Der Stift u ist die Fortsetzung einer Messingplatte. Der Schieber i, welcher aus dem Apparate ein wenig herausgezogen und wieder eingesteckt werden kann, hält, eingesteckt, diesen Stift u an, und mit ihm die Scheibe ss, die Achse oo und die Walze W. Wenn er ausgezogen ist, so dreht sich die Walze W, vom Gewichte g getrieben, rund und mit ihr die Achse oo und die Scheibe ss.

Der von dem Pole p der Batterie B (Fig. 24) auslaufende Draht d ist durch die Klemmschraube b in metallischer Verbindung mit der Messingfeder n, welche die sich rund drehende Scheibe ss schleifend berührt. Eine zweite Messingfeder n', an der rechten Seite, schleift die kleine Messingplatte s'; sie ist durch die Klemmschraube c in metallischer Verbindung mit dem

Drahte d'. Dieser geht in das Zeigerwerk des Telegraphen (Fig. 23 und 25) hinauf, in demselben in vielen Windungen um den Elektromagnet m, von da aus dem Telegraphen-Kasten hinaus, bis zur Klemme e, von da, durch Gutta Percha isolirt, durch die Erde nach der nächsten Station. Dieser Leitungsdraht liegt gewöhnlich im Eisenbahn-Damme. Im Stande der Ruhe ist ein Metallfeld der Scheibe ss oben und mit der Feder n in Berührung, die Batterie also geschlossen. Der galvanische Strom geht nämlich (Fig. 24, 25 u. 23) von dem Pole p der Batterie B durch d, dann durch die Feder n, dann durch das von der Feder n berührte Metallfeld, von da durch einen der unter der Scheibe ss hinlaufenden Messingstreifen in die mittlere Platte s', von dieser in die schleifende Feder n', bis zur Klemmschraube c weiter durch den Draht d', in vielen Windungen durch den Elektromagnet m, von diesem weiter bis zur Klemmschraube e, und von hier durch den Leitungsdraht zur nächsten Station. Zieht man den oberen Schieber i, welcher den Stift u festhält, aus, so läuft die Scheibe ss so lange herum, bis ein Hemmniß eintritt. Dieses Hemmniß wird, wie wir sogleich sehen werden, durch niedergedrückte Stäbe bewirkt. So lange die Scheibe ss rund läuft, berührt die Feder n (Figur 24) abwechselnd erst ein Messing-, dann ein Holzfeld. Berührt sie ein Messingfeld, so ist der galvanische Strom hergestellt; berührt sie dagegen ein Holzfeld, so ist er unterbrochen. Er fließt in letzterem Falle durch den Draht d (Figur 24) in die Klemmschraube b, in die Feder n. Aus der Feder n kann er nicht weiter, weil trockenes Holz die Elektricität nicht leitet, er ist also unterbrochen. Wenn sich die Scheibe ss einmal ganz rund dreht, so wird der Strom 15 mal unterbrochen und 15 mal wiederhergestellt, weil die Feder n, bei einem ganzen Rundgange der Scheibe ss, 15 mal ein Holz- und 15 mal ein Metallfeld berührt. Da nun die Scheibe ss an jeder Stelle der Umdrehung beliebig angehalten werden kann, so kann man auch den Strom eine beliebige Anzahl Mal unterbrechen und wiederherstellen. Man sieht, daß die Scheibe ss der Hauptbestandtheil des Unterbrechungs-Apparates ist.

Das Zeigerwerk der Zeiger-Telegraphen hat gegenwärtig dadurch eine sehr verbesserte Einrichtung erhalten, daß man in demselben ein Uhrwerk angebracht hat, welches dem Gangwerk

einer gewöhnlichen Wand- oder Tafeluhr durchaus ähnlich ist. Eine gemeinschaftliche Achse trägt z. B. in der Tafeluhr die große Trommel mit ihrer Feder und das Walzenrad. Dieses greift in den Trieb des großen Bodenrades, dieses in den Trieb des kleinen Bodenrades, dieses in den Trieb des Steigrades. Von der Feder getrieben, drehen sich die genannten Räder und Triebe sehr rasch um. Der Lauf des Werkes wird aber dadurch regulirt, daß der Steigradshaken bald rechts, bald links in das Steigrad eingreift. Eine ähnliche, jedoch gewöhnlich noch einfachere Einrichtung hat das Räderwerk in dem Zeichen-Apparate der Zeiger-Telegraphen erhalten. Figur 23 stellt ein solches, von der Vorderseite gesehen, dar. In der Trommel tt liegt die Feder, welche dasselbe in Bewegung setzt. Von dieser Feder getrieben dreht sich zunächst das Walzenrad ww rund. Dieses greift in den Trieb des Bodenrades bb, dieses in den Trieb 2 des Steigrades ii. In der 27. Figur sieht man dieselben Räder und Triebe von oben. Steigrad ii liegt hier am höchsten, etwas tiefer das Bodenrad bb, noch tiefer das Walzenrad ww. Die Triebe der beiden ersten Räder liegen, wie man in der 23. Figur sehen kann, unter diesen Rädern, sind aber in der 27. Figur der größeren Deutlichkeit wegen durchgezeichnet. Sämmtliche Theile sind nach einer Tafeluhr dargestellt; nur ist eines der Bodenräder weggelassen. Das Werk wird bei dem Dorne 3 durch einen aufgesteckten Schlüssel (wie eine sogenannte englische Taschenuhr) aufgedreht. Sobald dies geschehen ist, drehen sich sämmtliche Räder und Triebe, von der Feder in der Trommel tt getrieben, rasch um, wofern keine Hemmung eintritt. Diese Hemmung wird durch den Haken hk (Figur 25 und 27) bewerkstelligt. Derselbe arretirt nämlich den Gang des Räderwerkes völlig, sobald er seine äußerste Stellung zur Rechten oder zur Linken eingenommen hat; nur während des Ueberganges aus der einen in die andere läßt er das Steigrad ii frei, und dieses setzt sich dann, von der Feder getrieben, in Bewegung. Dieser Uebergang ist aber von so kurzer Dauer, daß das Steigrad ii während desselben nur um einen Zahn in seinem Rundgange fortrückt. Durch die absetzenden Bewegungen des Hakens hk wird also der Gang dieses Räderwerkes in ähnlicher Weise regulirt, wie der Gang des Werkes in der Uhr durch die absetzenden Bewegungen des

Steigradshakens. Das Zeigerwerk (der Zeichen-Apparat) dieses Telegraphen besteht also aus einem Räderwerke, welches dem Gangwerke einer Uhr durchaus ähnlich ist, und aus denjenigen Theilen, welche der Einwirkung der elektromagnetischen Kraft unterliegen, nämlich dem Elektromagnete m, der Armatur ar, der Feder f und dem Haken hk.

Der Elektromagnet m ist § 7 beschrieben worden und kann deshalb hier übergangen werden. Er ist in dem Telegraphen so aufgestellt, daß der eine Schenkel desselben über dem anderen steht, weshalb er in der Vorderansicht (Figur 23) ganz sichtbar ist. In der 25. und 27. Figur von oben gesehen, kann nur einer seiner Schenkel bemerkt werden. Die Achse ee (Figur 23) geht oben durch das in der Mitte durchbohrte Zifferblatt qq und trägt ein wenig über demselben den Zeiger z. An diese Achse ist auch das wagerecht liegende Steigrad ii befestigt. Zeiger z und Steigrad ii drehen sich also mit der Achse ee gleichmäßig um. Die Achse ee verdeckt (Figur 23) die angezogene Armatur ar; das Steigrad ii den Haken hk. In der 25. und 27. Figur sind beide Theile sichtbar. Die Armatur ar wird hier von der Seite gesehen, und kann daher nur ihre Dicke und Höhe bemerkt werden. Die 26. Figur stellt sie in ihrer ganzen Ausdehnung und von der Hinterseite dar. Sie ist eine eiserne Platte, so lang und breit, daß die beiden Enden (Spiegel) des Elektromagnetes m durch sie bedeckt werden. Sie ist an eine bewegliche Achse befestigt, welche sich mit ihr dreht. Sie wird durch eine Feder f von dem Elektromagnete abgedrückt (Figur 26). Ist der Elektromagnet durch den galvanischen Strom magnetisch geworden, so ist seine Anziehungskraft größer, als die Kraft der Feder f, und die Armatur ar wird angezogen (Figur 27). Hat er durch das Aufhören des galvanischen Stromes seine magnetische Anziehungskraft verloren, so wird die Armatur durch die Feder f von dem Elektromagnete abgedrückt und in ihre schräge Lage (Figur 25) gebracht. An die bewegliche Achse, welche die Armatur hält, ist auch der Haken hk befestigt. Wenn sich die Armatur mit ihrer oberen Seite rechts wendet, so macht der Haken hk unten eine Bewegung zur Linken, und umgekehrt. Der Haken hk, auch Uranker, ancre de l'échappement genannt, hemmt, in eine Zahnlücke des Steigrades ii eingreifend, das

Digitized by Google

Räderwerk sowohl, wenn er bei der Herstellung des Stromes seine äußerste Stellung zur Rechten, als auch, wenn er bei der Unterbrechung desselben seine äußerste Stellung zur Linken eingenommen hat.

Das Steigrad ii (Figur 25 und 27) hat 30 gleichgestaltete und gleich große Zähne, entsprechend den 30 Feldern, welche die Scheibe ss an ihrem Umfange besitzt, in welche auch, wie wir bald sehen werden, der Umfang des Zifferblattes eingetheilt ist. Wenn es also bei seiner Umdrehung um einen Zahn weiter rückt, so legt es $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung zurück. Da der Zeiger z und das Steigrad ii sich gleichmäßig umdrehen, so rückt ersterer um $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung, oder um einen Buchstaben weiter, wenn letzteres bei der Umdrehung um einen Zahn weiter rückt. Die Platte qq ist so über die Scheibe ss (Figur 23) gestellt, daß ihre Mittelpunkte in einer senkrechten Linie liegen. Die beiden Achsen oo und ee liegen folglich in einer und derselben senkrechten Richtung.

Der Umfang des Zifferblattes ist in 30 gleiche Theile oder Felder eingetheilt, welche durch Theilstriche von einander getrennt sind (Figur 25). Jedes Feld hat 3 getrennte Abtheilungen: eine äußere, eine mittlere und eine innere. Zwischen dem oberen und unteren Felde sind zur Rechten 14 Felder, eben so viele zur Linken. Der äußere Kreis enthält auf seinen 14 Abtheilungen an der rechten Seite die Zahlen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14; auf denen zur Linken: 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29. Auf der obersten Abtheilung steht 0 (Null), auf der untersten 15. Der mittlere Kreis hat oben und unten eine leere Abtheilung; auf denen zur Rechten stehen die Buchstaben: A, B, C, D, E, S, F, G, H, I, K, L, M, N; auf denen zur Linken die Buchstaben: O, P, Q, R, E, S, T, U, V, W, X, Y, Z, N. Der innere Kreis hat oben und unten ebenfalls eine leere Abtheilung; auf denen zur Rechten stehen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 4.1, 4.2, 4.3, *A* (in Cursivschrift); auf denen zur Linken stehen: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, 5.1, 5.2, 5.3, *B* (in Cursivschrift). Die Zeichen dieses Kreises sind zum Behufe der Chiffer-Sprache da. — Der Rand des Zifferblattes ist ringsum (Figur 25) an 30 Stellen, nämlich bei den 30 Theilstrichen, durchbohrt. Durch

die 30 Löcher sind 30, etwa 4 bis 5 Zoll lange Stäbe gesteckt, welche jedoch in der 25. Figur nicht sichtbar sind. Dieselben tragen an ihrem oberen Ende runde Knöpfe von Horn, welche das Zifferblatt um ein Weniges überragen. Da diese 30 Stäbe bis in den unteren Raum des Telegraphen-Kastens hinabreichen, so gehen sie auch durch die mittlere Metallplatte pp (Figur 23). Jeder der 30 Stäbe wird durch eine kleine Feder c gehalten. Die 23. Figur stellt 2 solche Stäbe xx mit der Feder c dar, den einen an der rechten, den anderen an der linken Seite; die übrigen sind weggelassen. In der 25. Figur sind ihre Stellen an dem ganzen Umfange des Zifferblattes durch Punkte angedeutet; eben so um die Scheibe ss herum (Figur 24). Jede Feder hält den Stab so, daß sein oberer Hornknopf etwas über den Rand des Zifferblattes hervorragt, sein unteres Ende aber nicht ganz bis zur Scheibe ss hinabgeht, also auch nicht bis zu dem Stifte u. Wenn ein Stab aber niedergedrückt wird, so kommt sein unteres Ende tiefer zu stehen, als die Scheibe ss, er hält also den Stift u an. Läßt man den Stab wieder los, so springt er, von der Feder c getrieben, in seine frühere höhere Stellung zurück. Die 30 Stäbe mit ihren Knöpfen von Horn gehören zum Unterbrechungs-Apparate; sie heißen Tastenstäbe oder Tasten, und daher führt dieser Telegraph den Namen Tasten-Telegraph. Durch einen Fingerdruck kann jede Taste leicht niedergedrückt werden. Die Scheibe ss und mit ihr der Stift u laufen, vom Gewichte g getrieben, ungehindert um, sobald der Schieber i (Figur 24) ausgezogen ist. Wenn aber irgend eine der 30 Tasten niedergedrückt wird, so wird der Stift u von derselben in seinem Laufe gehemmt. Die Scheibe ss kann also an jeder Stelle ihrer Umdrehung festgehalten werden.

Wenn der Telegraphist den Schieber i (Figur 24) auszieht und, anstatt die Scheibe ss ungehindert rund laufen zu lassen, gleich die nächste vor A niederdrückt, so legen Stift u und Scheibe ss $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung zurück, weil der Umfang des Zifferblattes in 30 gleich große Felder eingetheilt ist. Da auch die Scheibe ss an ihrem Umfang 30 gleich große Felder hat, so kommt jetzt ein Holzfeld derselben oben zu stehen. Die Feder v, welche stets das oberste Feld der Scheibe ss berührt, ist also bei dieser Drehung der Scheibe auf ein Holzfeld ge-

Digitized by Google

kommen. Der ursprünglich fließende Strom ist also unterbrochen. Die Armatur ar wird also in dem Zeigerwerke durch die Feder f (Figur 26) abgedrückt, in ihre schräge Lage gebracht (Figur 25), und der Uranker hk greift an der rechten Seite mit dem Haken k in das Zahnrad ii. Läßt der Telegraphist die Taste vor A los und drückt die Taste vor B nieder, so laufen Stift und Scheibe, vom Gewichte g getrieben, bis unter den Theilstrich vor B, legen also abermals $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung zurück, und es kommt wieder ein Metallfeld der Scheibe ss oben. Die Feder n berührt also wieder ein Metallfeld, der galvanische Strom ist mithin wieder hergestellt. Die Armatur ar wird von dem dadurch wieder magnetisch gewordenen Elektromagnete m wieder angezogen; der Uranker hk greift also mit seinem linken Haken h in das Zahnrad ii. Läßt der Telegraphist die Taste vor B los und drückt die vor C nieder, so laufen Stift u und Scheibe ss bis unter den Theilstrich vor C, es kommt ein Holzfeld der Scheibe ss oben, der Strom ist wieder unterbrochen, die Armatur ar wird durch die Feder f wieder abgedrückt, der Uranker hk greift mit seinem Haken k an der rechten Seite in das Zahnrad ii ein. Steht also der Stift u unter dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde des Zifferblattes, so fließt der galvanische Strom (durch die Leitung); läuft er bis unter den Theilstrich vor A, so wird der Strom unterbrochen; läuft er bis unter den Theilstrich vor B, so ist er wieder hergestellt; läuft er bis unter den Theilstrich vor C, so ist er wieder unterbrochen, u. s. w. D e r S t i f t u l ä u f t ü b e r h a u p t b e i s e i n e m U m g a n g e j e d e s M a l b i s u n t e r d e n j e n i g e n T h e i l s t r i c h, b e i w e l c h e m d i e T a s t e n i e d e r g e d r ü c k t w i r d. Wenn der Telegraph in Ruhe steht, so ist ein Metallfeld der Scheibe ss oben, der galvanische Strom fließt durch den Leitungsdraht (durch den Cirkel), die Armatur ar ist angezogen, und der Haken h greift an der linken Seite in eine Zahnlücke des Zahnrades ii. Der Zeiger z steht in diesem Falle auf dem Theilstriche vor dem obern leeren Felde. So ist es bei allen Telegraphen, welche in der Leitung liegen. Wird darauf der Strom in dem Leitungsdrahte unterbrochen, so greift der Uranker hk mit seinem rechten Haken in das Zahnrad, weil die Feder f die Armatur ar mit ihrem obe-

ren Ende von dem Elektromagnete m abdrückt und in ihre schräge Stellung (Figur 25) bringt.

Durch die aufeinanderfolgende Unterbrechung und Wiederherstellung des galvanischen Stromes werden also die Armaturen hin- und herbewegt. Die absetzenden Bewegungen derselben werden durch den Stift v (Figur 25 und 27) geregelt. Dadurch wird auch dem Uranker hk ein regelmäßiger Gang ertheilt. Die Einrichtung ist so getroffen, daß der Haken h bei der Unterbrechung des Stromes seine Zahnlücke an der linken Seite verläßt und etwas in die Höhe geht. Während er gehoben wird, senkt sich aber an der rechten Seite der Haken k und greift hier in eine Zahnlücke, nachdem der Haken h einen Moment vorher die seinige verlassen hatte. Das Eingreifen in die Zahnlücke auf der einen Seite folgt immer schnell auf das Loslassen der Zahnlücke auf der anderen Seite. Zwischen Eingreifen und Loslassen liegt allemal nur ein kurzer Moment. Während desselben ist das Steigrad ii freigelassen und dreht sich, von der Feder in der Trommel tt getrieben, um einen Zahn weiter. Der Moment ist aber so kurz, daß das Steigrad ii um nicht mehr als einen Zahn vorrücken kann.

So lange der Telegraph in Ruhe steht, ist der Strom fließend, die Armatur ar angezogen und der Haken h, an der linken Seite in eine Zahnlücke des Steigrades ii eingreifend, hemmt den Gang desselben. Mit dem Steigrade ii wird aber das ganze Zeigerwerk festgehalten. Wenn der Telegraph arbeitet, so wird bei den rasch aufeinander folgenden Unterbrechungen und Wiederherstellungen des Stromes die Armatur ar in eine absetzende Bewegung versetzt, dadurch auch der Uranker hk hin- und herbewegt. Bei jeder Bewegung geht er aus der einen äußersten Stellung in die andere über; bei jedem Uebergange läßt er das Zahnrad ii eine ganz kurze Zeit frei; während dieser kurzen Zeit dreht sich das Steigrad ii, von der Feder getrieben, in der Richtung des Pfeiles (Figur 25) um einen Zahn weiter. Bei jeder Unterbrechung des Stromes kommt also das Steigrad ii um einen Zahn, oder $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung weiter, eben so viel bei jeder Wiederherstellung desselben. Da, wie schon

gesagt, Steigrad ii und Zeiger z an dieselbe Achse e e (Figur 23) befestigt sind, so laufen beide gleichmäßig um.

Der Zeiger z springt also bei der ersten Unterbrechung des Stromes um ein Feld weiter, eben so bei der ersten Wiederherstellung desselben. So viele Unterbrechungen und Wiederherstellungen des Stromes überhaupt nacheinander erfolgen, um so viel Felder springt der Zeiger z weiter. Der an einer Stelle im Leitungsdrahte unterbrochene Strom ist in der ganzen Länge dieses Drahtes unterbrochen. Der wiederhergestellte Strom ist in dem ganzen Leitungsdrahte von dem einen bis zum andern Ende wiederhergestellt. Sind also in einem und demselben Leitungsdrahte 2 oder mehrere Telegraphen eingeschaltet, so werden bei den aufeinander folgenden Unterbrechungen und Wiederherstellungen des Stromes, in 2 oder mehreren Telegraphen die Armaturen a r hin- und herbewegt, und die Zeiger z in eine rotirende Bewegung gesetzt. Die Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes wird nur an einer Stelle, in einem Apparate, bewerkstelligt, während die Wirkungen dieser Unterbrechung und Wiederherstellung in allen Apparaten erfolgen, welche in die Leitung eingeschaltet sind. Die verbesserte Einrichtung, welche die Zeiger-Telegraphen gegenwärtig erhalten haben, besteht hauptsächlich in der Anwendung des Uhrwerkes. Die technischen Besonderheiten der Construction, welche den leichten und geregelten Gang betreffen, sind Sache des Mechanikers und hier, wie auch bei den anderen Beschreibungen, unberücksichtigt geblieben. Das leitende Prinzip, wonach die Telegraphen zu construiren sind, bleibt stets dasselbe; ist dieses deutlich erkannt, so kann die besondere technische Einrichtung eines jeden Apparates ohne Mühe verstanden werden.

Nachdem die Bestandtheile des Telegraphen vollständig beschrieben sind, und ihre Wirksamkeit ausführlich erörtert ist, müssen wir nunmehr zeigen, wie man mit Apparaten der angegebenen, oder einer ähnlichen Construction Telegraphen-Linien im Großen ausführen kann. Die 28. Figur stelle die Stationen A, B und C einer solchen Telegraphen-Linie dar. A und C seien Endstationen, B eine Zwischenstation. Die Telegraphen von noch mehreren Zwischenstationen kann man sich leicht eben so eingeschaltet denken, wie es bei der Station B der Fall ist. Die

Digitized by Google

beiden Endstationen haben nur einen Telegraphen, eine jede Zwischenstation 2. Für die obigen 3 Stationen sind demnach 4 Telegraphen (1, 2, 3 und 4) gezeichnet. Von einem jeden sind nur die Zifferblätter (unvollständig), die Zeiger, die Batterien B und die Erdplatten E zu sehen. Die Pole der Batterien sind durch p und p′ bezeichnet. Der galvanische Strom fließt nun z. B. von dem Pole p der Batterie B an der Station A durch den Telegraphen der Station, geht in der Richtung des Pfeiles durch den großen Leitungsdraht L bis zur Station B, hier durch den Telegraphen 2, durch die Batterie B, von dem Pole p derselben durch den Draht L′ zur Erdplatte E. Es ist bei dieser Anlage gleichgültig, ob man einen Erdstrom von der Erdplatte E an der Station B durch den Boden bis zur Erdplatte E an der Station A annimmt, oder ob man von der Voraussetzung ausgeht, daß die Erde den Strom absorbirt. Im 1. Falle macht der Strom einen Kreisgang, geht nämlich von der Erdplatte E des Telegraphen 2 durch den Boden bis zur Erdplatte E an der Station A, von da durch den Draht L′ bis zur Batterie B zurück, u. s. w. Im 2. Falle verliert er sich bei E an der Station B im Schoße der Erde. Der Strom kann auch in umgekehrter Richtung fließen, nämlich von p′ der Batterie B an der Station B durch den Telegraphen 2, durch den großen Leitungsdraht L in den Telegraphen 1, zum Pole p der Batterie B, durch die Batterie und den Draht L′ bis zur Erdplatte E. Auch hier sind beide Annahmen zulässig. Die Körper, welche der galvanische Strom bei dem vollständigen Kreisgange durchläuft, bilden, wie bereits früher angegeben, den Cirkel. Dieser Cirkel wird also für die beiden Stationen A und B gebildet: durch die Batterie B an der Station A, den Draht d, die Feder n (vgl. die Figuren 23, 24, 25 und 28), das Metallfeld der Scheibe ss, den Metallstreifen, welcher das Metallfeld mit der mittlern Platte s′ verbindet, diese Platte s′, die Feder n′, den Draht d′, den großen Leitungsdraht L, durch den Telegraphen 2 an der Station B, genau wie an der Station A, den Erddraht L′, die Erdplatte E, den Erdboden, die Erdplatte E an der Station A und endlich den Erddraht L′, welcher diese Platte mit der Batterie B verbindet. Der größeren Einfachheit wegen wollen wir aber auch den Weg Cirkel nen-

Digitized by Google

nen, welchen der Strom zu durchlaufen hätte, wenn die Erde ihn absorbirte.

Zieht der Telegraphist an der Station A den Schieber i (Figur 24) aus und drückt die Taste vor A nieder, so hat er in seinem Telegraphen den Cirkel unterbrochen. Die Armaturen in den Telegraphen 1 und 2, welche in dem Cirkel liegen, werden durch die Feder f' abgedrückt, die Zeiger beider Telegraphen (1 und 2) springen von dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde bis auf den Theilstrich vor A, u. s. w. Die Station B ist mit dem Telegraphen 2 Endstation für die Station A, mit dem Telegraphen 3 Endstation für die nächste Station zur Rechten. So ist jede Zwischenstation mit dem einen der beiden Telegraphen Endstation nach der einen Seite hin, mit dem anderen der beiden Telegraphen nach der anderen Seite. So wie der eine Telegraphist an der Station B auf dem Telegraphen 2 eine Nachricht von der Station A empfangen hat, theilt er sie seinem Collegen, dem Telegraphisten an dem Telegraphen 3, mit. Dieser befördert sie mittelst seines Telegraphen 3 an die nächste Station zur Rechten. Das Empfangen und Weiterbefördern der Nachricht folgt unmittelbar auf einander und ist zum Theile gleichzeitig. Während nämlich der erste Telegraphist an der Station B die Nachricht von der Station A noch nicht ganz erhalten hat, kann er den bereits empfangenen Theil an seinen Collegen am Telegraphen 3 zur Weiterbeförderung übergeben. In dieser Weise wird von Station zu Station telegraphirt. Die Station A theilt die Depesche der Station B, diese der dritten, die dritte der vierten mit, u. s. w. Dasselbe Verfahren findet für die Mittheilung in umgekehrter Richtung Statt. Es können auch zwei benachbarte Stationen für sich allein mit einander sprechen.

Wir haben uns nun in Bezug auf eine Telegraphen-Anlage mit Apparaten der angegebenen Construction Folgendes zu merken:

1) Der galvanische Strom circulirt von Station zu Station. Seine Wirkung bleibt dieselbe, wenn auch seine Richtung die umgekehrte wird.

2) Der Strom kann an jeder der beiden in dem Cirkel

Digitized by Google

liegenden Stationen in dem Unterbrechungsapparate des Telegraphen unterbrochen und wiederhergestellt werden.

3) Es können mehrere Stationen auf der Linie gleichzeitig mit einander sprechen, aber nur je eine mit der nächsten an der linken oder der rechten Seite; eine Zwischenstation auch mit den beiden nächsten zu gleicher Zeit.

4) Nur die sprechende Station darf den oberen Schieber i des bezüglichen Telegraphen ausziehen. Da man eine Nachricht dadurch mittheilt, daß man den Strom abwechselnd unterbricht und wiederherstellt, so muß der Unterbrechungs-Apparat der sprechenden Station in Thätigkeit sein. Dieser wird aber durch die Ausziehung des Schiebers i in Thätigkeit gesetzt.

5) Nur von der sprechenden Station sind Unterbrechungs-Apparat und Zeigerwerk zugleich in Thätigkeit, an der angeredeten blos das Zeigerwerk. Der Unterbrechungs-Apparat dieser letzteren Station ist durch den eingesteckten Schieber i gehemmt und völlig in Ruhe.

6) Bevor die um die Walze gelegte Schnur des Apparates ganz abgelaufen ist, wird sie, wie bei der Uhr, wieder aufgedreht.

7) Wenn der Telegraph in Ruhe gesetzt werden soll, so wird der Zeiger jedes Mal auf den Theilstrich vor dem oberen leeren Felde geschoben, wenn er dort nicht bereits stehen sollte.

8) An der sprechenden Station legen Stift u (Figur 24) und Zeiger z (Figur 25) bei ihrem Rundgange stets dieselben Wegstrecken zurück, stehen also allezeit genau über einander.

Wenn die Telegraphen in Ruhe stehen, so befindet sich der Stift u der Scheibe ss unter dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde, der Zeiger z über diesem Theilstriche, ein Messingfeld der Scheibe ss wird oben von der Feder n (Figur 24) berührt, der Strom circulirt durch die Leitung. Wird der Schieber i von einer der beiden Stationen A und B ausgezogen, so laufen dort die Scheibe ss und der Stift u, vom Gewichte g getrieben, rund; in den Telegraphen 1 und 2 beider Stationen (Figur 28) wird der Strom abwechselnd unterbrochen und wiederhergestellt; die Armaturen in beiden Telegraphen werden abwechselnd abgedrückt und wieder angezogen, die Zahnräder R und die Zeiger z werden bei beiden Telegraphen gleichmäßig rund gedreht, laufen

Digitized by Google

gleichmäßig und halten auch an derselben Stelle der Umdrehung an. Zieht z. B. der Telegraphist an der Station A den Schieber i aus und drückt die Taste H nieder, so läuft der Stift u bis unter den Theilstrich vor H und wird hier von dem niedergedrückten Tastenstabe angehalten. Von dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde bis an den Theilstrich vor H macht $\frac{9}{30}$ einer ganzen Umdrehung. Nachdem der Stift u $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung zurückgelegt hatte, war ein Holzfeld der Scheibe ss oben, der Strom unterbrochen. Dadurch wurden die Armaturen in den Telegraphen 1 und 2 abgedrückt, dadurch das Zahnrad R beider Telegraphen in der angegebenen Weise um einen Zahn in der Richtung des Pfeiles gedreht, und der Zeiger z sprang auf beiden Telegraphen von dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde auf den Theilstrich vor A. Während der Stift u in dem Telegraphen 1 in seinem Laufe unter den Theilstrich vor A läuft, springen die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 auf den Theilstrich vor A. Ganz in derselben Weise springen die Zeiger auf den Theilstrich vor B, wenn der Stift u unter dem Theilstriche vor B ankommt. Ebenso springen die Zeiger zu derselben Zeit nach einander auf die Theilstriche vor C, D, E, S, F, G, H, wann der Stift u nach einander unter den Theilstrichen vor C, D, E, S, F, G, H anlangt. Der Strom wurde also erst unterbrochen, dann wiederhergestellt, u. s. w. Im Ganzen wurde der Strom 5 Mal unterbrochen und 4 Mal wiederhergestellt. Die nothwendige Folge hiervon war, daß die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 um 9 Felder weiter liefen, also von dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde auf den Theilstrich vor H. Aus dem Gesagten erhellt, daß die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 auf L laufen würden, wenn der Telegraphist auf der Station A die Taste L niederdrückte; auf P, wenn er die Taste P; auf R, wenn er die Taste R niederdrückte, u. s. w. Ueberhaupt laufen die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 nach der Reihe auf die Theilstriche vor denjenigen Buchstaben, welche von dem Telegraphisten an der sprechenden Station niedergedrückt werden. Ganz dasselbe findet Statt an je 2 anderen Stationen, deren Apparate in demselben Cirkel liegen.

Das Gewicht g zieht mittelst der Schnur, welche (Figur 23) um die Walze W gelegt ist, die Scheibe ss und den Stift u

(Figur 24) in der Richtung des Pfeiles um. Der Stift u läuft also mit einer ziemlichen Geschwindigkeit herum. Angenommen, er brauchte zu einem ganzen Umlaufe 5 Secunden; dann braucht er, um $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung oder die Breite eines Feldes der Scheibe ss (oder des Zifferblattes) zurückzulegen, $\frac{5}{30}$ oder $\frac{1}{6}$ einer Secunde. Der galvanische Strom hat aber, wie wir in dem § 2 gesehen haben, weniger Zeit nöthig, um selbst bedeutende Wegstrecken von mehreren 100 Meilen zu durchlaufen; er hat also Zeit genug, um zu einer entfernten Station zu gelangen, während der Stift u $\frac{1}{30}$ einer ganzen Umdrehung zurücklegt, oder, was dasselbe ist, während die Feder n ein Metallfeld der Scheibe ss schleift. Die kurze Zeit, welche die Feder n gebraucht, um nacheinander die Metallfelder der Scheibe ss schleifend zu passiren, reicht also vollkommen hin, um den galvanischen Strom von *einer* Station zu einer *anderen*, auch der entferntesten, gelangen zu lassen.

Es ist § 10 bereits bemerkt worden, daß die Zeiger vor jedem der Buchstaben, woraus ein mitzutheilendes Wort besteht, eine ganz kurze Zeit angehalten werden. Dieses geschieht dadurch, daß der Telegraphist an der sprechenden Station die Taste an dem Theilstriche vor diesem Buchstaben eine ganz kurze Zeit niederhält. Enthält eine Nachricht auch Zahlen, so wird durch ein ganz kurzes Anhalten des Zeigers vor N (Nummer) angedeutet, daß von jetzt an die Ziffern des äußersten Kreises gelten, daß also, wenn der Zeiger auf einem Theilstriche eine ganz kurze Zeit hält, nicht der folgende Buchstabe, sondern die folgende Ziffer zu merken sei. Wenn also der Zeiger bei seinem Rundlaufe eine ganz kurze Zeit vor einem Buchstaben stehen bleibt, so bedeutet dieses, daß der Buchstabe (oder die bei ihm stehende Ziffer) markirt werde, d. h. daß die sprechende Person wolle, daß der Telegraphist an der Empfangsstation sich diesen Buchstaben (oder diese Ziffer) merke. Das kurze Anhalten des Zeigers auf dem oberen oder unteren Felde bedeutet, daß ein Wort (oder eine Zahl) zu Ende sei.

Wenn der telegraphirende Beamte von der Station A der Station B z. B. folgende Depesche mitzutheilen hätte: „Der König fährt jetzt ab," so würde etwa folgendes Verfahren beobachtet werden müssen. Der Beamte an der sprechenden Station

Digitized by Google

A zieht seinen oberen Schieber i aus, wodurch, wie wir im folgenden Paragraphen sehen werden, eine Weckerglocke ertönt, wenn eine solche in den Leitungsdraht eingeschaltet ist. Ist es vorgeschrieben, daß die Telegraphisten während der Büreau-Stunden am Tage fortwährend bei den Apparaten anwesend seien, so ist diese, wenigstens für den Dienst bei Tage, nicht nöthig. Der telegraphirende Beamte läßt nach Ausziehung des Schiebers i die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 (Figur 28) etwa bis auf den Theilstrich vor dem oberen leeren Felde laufen, also einen ganzen Rundgang machen, zum Zeichen, daß eine Depesche mitgetheilt werden soll; darauf beginnt er die Correspondenz. Er drückt nach einander die Tasten vor D, E, R und vor dem oberen leeren Felde nieder, die 3 ersten eine ganz kurze Zeit, die des oberen leeren Feldes längere Zeit. Dadurch halten die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 vor den Buchstaben D, E, R eine ganz kurze, vor dem oberen leeren Felde längere Zeit an. Der Empfänger buchstabirt halb laut: DER, und da jetzt sein Zeiger vor dem oberen leeren Felde längere Zeit stille steht, zum Zeichen, daß das Wort zu Ende ist, so schreibt er „Der" in sein Journal. Darauf drückt der Telegraphist an der Station A nach einander die Tasten K, O, N, I, G und die des (nächsten) unteren leeren Feldes nieder, die 5 ersten eine ganz kurze Zeit, die letzte länger niederhaltend. Die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 halten eine ganz kurze Zeit vor den Buchstaben KONIG, und eine längere Zeit vor dem unteren leeren Felde an. Der Empfänger an der Station B buchstabirt wieder halb laut: KONIG. Weil jetzt der Zeiger auf dem unteren leeren Felde längere Zeit stehen bleibt, so schreibt er das Wort „König" in sein Journal. Glaubt der Sprecher an der Station A, daß der Empfänger an der Station B sein Wort niedergeschrieben hat, so drückt er nach einander die Tasten vor F, A, H, R, T eine ganz kurze und dann die vor dem (nächsten) oberen leeren Felde längere Zeit nieder, um dem Empfänger Zeit zu geben, das Wort in sein Journal zu schreiben. Dieser buchstabirt halb laut: FAHRT und schreibt rasch das Wort „fährt" ein. Ganz in derselben Weise drückt der sprechende Beamte an der Station A darauf nach einander die Tasten vor I, E, T, Z, T eine ganz kurze, und die des oberen leeren Feldes längere Zeit nieder. Der Em-

Digitized by Google

pfänger an der Station B schreibt das Wort „jetzt" in sein Journal. Darauf drückt der Sprecher an der Station A nach einander die Tasten vor A und B eine ganz kurze Zeit und die des untern leeren Feldes länger nieder. Der Empfänger schreibt „ab" in sein Journal. Jetzt drückt der Sprecher die Taste E an der linken Seite eine ganz kurze Zeit nieder und steckt dann den oberen Schieber i wieder ein. Dadurch hält er den Stift u seines Unterbrechungs-Apparates genau unter dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde an; die Zeiger der Telegraphen 1 und 2 bleiben demnach auf dem Theilstriche vor dem oberen leeren Felde stehen. Der Buchstabe E bedeutet Ende; es wird durch denselben also der Empfänger an der Station B benachrichtigt, daß die Depesche zu Ende sei. Hat er sie verstanden, so zieht er seinen Schieber i aus, hält eine ganz kurze Zeit die Taste vor E nieder und steckt jenen dann wieder ein. Er hat durch diese Manipulation dem Sprecher an der Station A das Zeichen E (Ende) mitgetheilt. Hat der Empfänger dagegen irgend ein Wort nicht verstanden, so muß er die Mittheilung sogleich unterbrechen. Diese Unterbrechung geschieht entweder durch Ausziehung des oberen Schiebers i, oder durch Ausziehung des unteren Schiebers x. Dieser letztere zieht nämlich die an ihn befestigte Feder n' (Figur 24) von der mittleren runden Platte s' ab. Dadurch ist der Strom in der Linie gänzlich unterbrochen. Er gelangt durch die Feder n, durch das Metallfeld der Scheibe ss, durch den Metallstreifen bis zur Platte s'; von hier kann er zwar noch durch die Messingstreifen in die Metallfeder an dem Umfange der Scheibe ss; von dieser ist aber ein weiterer Weg abgeschnitten. Da alles Telegraphiren durch die aufeinanderfolgende Unterbrechung und Wiederherstellung des galvanischen Stromes bewirkt wird, so hört jede telegraphische Mittheilung auf, so lange der Schieber x ausgezogen ist. So lange die Unterbrechung des Stromes dauert, greift nämlich der Haken k (Figur 25) an der rechten Seite in das Zahnrad R und hemmt es in seinem Laufe. Der ausgezogene obere Schieber i bewirkt, daß die Scheibe ss (des Telegraphen 2) unaufhaltsam rund läuft, der Strom also in dem Cirkel in rascher Aufeinanderfolge unterbrochen und wiederhergestellt wird. Dadurch wird der Sprecher an der Station A in Verwirrung ge-

Digitized by Google

bracht und gänzlich gestört. Er steckt seinen Schieber i ein und wartet. Der Telegraphist an der Station B steckt nun, wenn er den unteren Schieber x ausgezogen hatte, diesen wieder ein und zieht den oberen aus. Gleichzeitig drückt er aber die Taste G eine ganz kurze Zeit nieder; darauf steckt er den Schieber i wieder ein. Der markirte Buchstabe G bedeutet so viel als: Gib noch einmal. Nachdem der Sprecher an der Station A sich dieses gemerkt und dadurch erfahren hat, daß der Empfänger das letzte Wort nicht verstanden, wiederholt er dasselbe und fährt dann in der Mittheilung fort. Die auf dem Zifferblatte fehlenden Buchstaben ä, ö und ü sollen den Telegraphisten mitunter das rasche Verständniß erschweren und die hierdurch entstehende Unbequemlichkeit größer sein, als die Bequemlichkeit, welche ihnen durch die eingeschalteten Buchstaben S, E und N erwächst.

Soll eine Nachricht nicht der nächsten, sondern einer entfernteren Station oder irgend einem Dritten mitgetheilt werden, so ist dieses ausdrücklich anzugeben. Die Depesche wird dann von Station zu Station weiter befördert und von der letzten an den Adressaten besorgt. Ist zur Bezeichnung einer Frage ein Fragezeichen nöthig, so wird durch Niederdrücken der entsprechenden Taste, der Zeiger vor dem Buchstaben F eine ganz kurze Zeit, durch Niederdrücken der Taste vor dem nächsten leeren Felde länger angehalten. Interpunctionen werden gewöhnlich nicht telegraphirt. Kommt es jedoch darauf an, eine Nachricht mit sehr großer Genauigkeit mitzutheilen, so würde K zweckmäßig das Komma, P den Punkt, KP das Semikolon (Komma cum puncto), KL das Kolon, I das Ausrufungszeichen bedeuten.

1. Anmerkung. Der Kramersche Zeiger-Telegraph, welcher an den königlich preußischen Telegraphen-Linien und, wenn der Verfasser nicht irrt, auch an der Telegraphen-Linie der Köln-Mindener Eisenbahn gegenwärtig gebraucht wird, ist von anderer Construction. Bei demselben sind noch zwei andere Schieber angebracht. Sie dienen dazu, den Zeiger z richtig zu stellen. Die 30 Tastenstäbe desselben stehen senkrecht auf dem einen Ende eines gegen die Mitte unterstützten Hebels. Auf dem anderen Ende desselben, welches der Mitte des Werkes zugekehrt ist, steht, ebenfalls senkrecht nach oben, ein Stahlstäbchen, welches einer stählernen Stricknadel durchaus ähnlich ist. Wird ein Tastenstab

Digitized by Google

und damit sein nach außen gerichteter Hebelarm niedergedrückt, so wird der nach innen gestreckte Arm des Hebels und damit das auf demselben stehende Stahlstäbchen in die Höhe gehoben. Das Zifferblatt hat innerhalb des mit Buchstaben und Ziffern bedeckten Umfanges 30 Löcher. Durch jedes dieser Löcher kommt das gehobene Stahlstäbchen hervor und hemmt in dieser gehobenen Stellung den Zeiger x in seinem Laufe. Das beim Telegraphiren an den genannten Linien beobachtete Verfahren stimmt übrigens in vielen Stücken mit dem oben angegebenen überein.

2. Anmerkung. Man könnte dem Zeiger-Telegraphen, dessen Beschreibung eben beendigt ist, leicht eine solche Einrichtung geben, daß der Strom unterbrochen wäre, wenn der Telegraph in Ruhe steht. Die 15 Metallfelder der Scheibe ss brauchten bloß ihre Stelle mit den 15 Holzfeldern zu vertauschen. Die Feder n würde dann, wenn der Telegraph nicht arbeitet, ein Holzfeld der Scheibe ss oben berühren.

3. Anmerkung. Dadurch, daß man in dem Zeigerwerke ein Uhrwerk anbringt, durch welches das Zahnrad R in Bewegung gesetzt wird, arbeitet der Apparat gegenwärtig mit viel mehr Leichtigkeit und ist empfindlicher. Die magnetische Anziehungskraft des Elektromagnetes m braucht bloß so stark zu sein, daß er einen der Haken h und k des Urankers aus seiner Zahnlücke schafft, oder wieder in dieselbe hineinbringt, wodurch das Zahnrad R losgelassen, oder angehalten wird.

4. Anmerkung. Der Elektromagnet m behält nach der Unterbrechung des Stromes noch einige magnetische Anziehungskraft, so daß die Feder f' die Armatur ar (Figur 24) nicht mit ihrer ganzen Kraft, oder vielleicht mitunter gar nicht abdrücken kann. Deshalb legt man vor die beiden Enden (Spiegel) des Elektromagnetes m mitunter eine Messingplatte oder ein Sammtläppchen, um die geringe zurückbleibende Anziehungskraft desselben unschädlich zu machen.

§ 16. Der Wecker.

Der Wecker (das Wecker- oder Alarm-Glöckchen), welcher hier beschrieben werden soll, gleicht in seiner gesammten Einrichtung den Weckern in einer Wanduhr. Er besteht genau aus

Digitized by Google

denselben Theilen und diese Theile haben dieselbe Form, wie die in den Weckern der Wanduhr. Beide werden von einem Gewichte in Bewegung gesetzt, sobald ihr Zahnrad nicht mehr festgehalten wird. Dem Wecker kann sein Platz in dem Telegraphen-Kasten angewiesen werden, auch kann er in einer mehr oder weniger beträchtlichen Höhe an der Wand aufgehängt sein; in allen Fällen muß aber der durch ihn geführte Kupferdraht in den großen Leitungsdraht eingeschaltet sein. Er befindet sich häufig in einem Kästchen, welches sich etwas mehr in die Breite als in die Höhe ausdehnt. In der Figur 29 bezeichnet ABCD den Umriß dieses Kästchens. Diese Figur stellt die Vorderansicht, die Figur 30 die Ansicht von der linken Seite dar. In beiden Figuren sind dieselben Theile durch dieselben Buchstaben bezeichnet. fk (Fig. 29) ist ein Hebel, welcher in g unterstützt ist. Sein linker Arm fg ist viel kürzer, als sein rechter gk. Das Ende des linken Armes ist bei f mit einem kleinen Gewichte beschwert, welches diesen Arm nieder-, dagegen den rechten Arm gk in die Höhe drückt. Ein aus der hintern Wand des Kästchens ABCD vorspringender wagerechter Stift l verhindert, daß der rechte Hebelarm gk höher gehe, als man denselben in der 29. Figur erblickt. Dieser Hebelarm streckt ungefähr von seiner Mitte eine kleine Platte a wagerecht nach vorne; sie greift in eine Zahnlücke des Zahnrades R. Zwei aus der hintern Wand des Weckerkästchens hervorspringende, wagerechte Messingstäbe m und n halten die bewegliche Spindel sp. Dieselbe ruht mit ihrem unteren zugespitzten Ende in einer Vertiefung des Messingstabes m, geht durch den durchbohrten Messingstab n, und oben aus dem Weckerkästchen hinaus. An ihrem obern Ende streckt sie (Fig. 30) rechtwinkelig nach vorne einen Arm aus, welcher den Hammer h trägt. Dieselbe Spindel streckt mehr gegen ihre Mitte hin 2 kleine Platten, e und c aus, beide nach vorne, jedoch so, daß sie etwas auseinandergehn und einen halben rechten Winkel bilden. Wenn der den Hammer h tragende Arm in gerader Richtung nach vorne gestreckt ist, so nimmt die obere Platte c dieselbe Lage ein; in diesem Falle ist also die untere Platte e etwas nach der linken Seite gerichtet. Beide Platten greifen abwechselnd, die eine nach der anderen, in eine Zahnlücke des Zahnrades R ein. Vor die Spindel sp ist das mehr-

Digitized by Google

erwähnte drehbare Zahnrad R hingestellt, von der wagerechten Achse ii getragen; es ist in der Figur 30 von der linken Seite dargestellt. Um die Achse ii ist eine Kette gelegt, deren beide Enden herunterhangen und ein Gewicht tragen. Das Gewicht G ist schwerer als das Gewicht g. Sobald das Zahnrad R von der kleinen Klappe a (an dem Hebel fk) nicht mehr festgehalten wird, läuft es mit der Achse ii in der Richtung des Pfeiles rund. Dadurch wird die obere Platte c der Spindel sp nach der rechten Seite hinbewegt, die Spindel sp also (um $\frac{1}{8}$ ihrer ganzen Umdrehung) mit gedreht. Bei dieser Stellung der Spindel ist die Klappe e in gerader Richtung nach vorne geschoben und greift jetzt unten in eine Zahnlücke des Zahnrades R. Da dieses aber, vom Gewichte G getrieben, fortwährend rund läuft, so schiebt es sogleich die untere Klappe e nach der linken Seite hin. Die Spindel sp dreht sich also wieder (um $\frac{1}{8}$ ihrer ganzen Umdrehung) nach derselben Seite zurück. Die beiden Platten e und c werden nun abwechselnd verschoben und zwar die obere zuerst nach der rechten Seite, unmittelbar darauf die untere nach der linken; dann wieder die obere nach der rechten, darauf die untere nach der linken, u. s. w. Da die Platte c und der oberste den Hammer h tragende Arm dieselbe Richtung nach vorne haben, und beide an die Spindel sp befestigt sind, so machen sie auch dieselbe Bewegung, d. h. wenn die Platte c sich zur Rechten dreht, so dreht sich gleichmäßig der obere Arm zur Rechten. Bei dieser Bewegung schlägt aber der Hammer h gegen eine rechts neben ihm hangende Glocke u. Bei dem Rundlauf des Zahnrades R ertönt somit die Glocke u in rasch auf einander folgenden Schlägen.

Ein beweglicher Hebel vb, Fig. 29, wird in o von einer festen Achse getragen, welche an die Seitenwand CD befestigt ist und in einer Oeffnung derselben liegt. Der linke Arm vo dieses Hebels ist länger als der rechte. Er ist an seinem äußersten linken Ende v durchbohrt. Durch dieses Ende ist eine Stange von weichem Eisen gesteckt, welche in ihrer Mitte von dem linken Hebelarme vo getragen wird. Dieser ist viel schwerer, als der rechte Hebelarm ob. Ueber dem linken Hebelarme ist ein Elektromagnet m oben in dem Weckerkästchen angebracht, um welchen der in den Wecker-Apparat gehende Leitungsdraht in vielen Win-

Digitized by Google

bungen gelegt ist. Fließt der galvanische Strom durch diesen Draht, so ist der Elektromagnet magnetisch, was gewöhnlich der Fall ist, wenn der Telegraph in Ruhe steht. Er zieht dann jene eiserne Stange, welche hier also die Stelle der Armatur vertritt, an; dadurch wird der linke Hebelarm vo in einer erhöhten Stellung gehalten. So wie durch die Unterbrechung des Stromes der Elektromagnet m aufhört magnetisch zu sein, läßt er die Armatur fallen. Diese fällt nun auf den rechten Arm des Hebels fk und drückt denselben nieder. Mit dem Hebelarme gk geht aber auch die Platte a nieder, diese läßt das Zahnrad los, welches folglich vom Gewichte G getrieben, anfängt, rund zu laufen. Durch eine einmalige Unterbrechung des Stromes wird also die Weckerglocke geläutet, d. h. durch die Unterbrechung des Stromes wird die Armatur (hier eine eiserne Stange) losgelassen, sie fällt durch ihre eigene Schwere und drückt den rechten Hebelarm gk nieder, die das Rad R festhaltende Platte a geht mit ihr nieder, und das Rad R dreht sich, vom Gewichte getrieben, rasch herum. Durch die Umdrehung des Rades R wird die Spindel sp (vermittelst der Klappen c und e) rasch hin- und hergedreht, und dadurch der Hammer h gegen eine Glocke geschnellt. Die Glocke ertönt so lange, bis die Schnur abgelaufen ist. Wenn sich der Telegraphist aus dem Zimmer, in welchem der Telegraph steht, entfernt, oder wenn er sich des Abends zur Ruhe legt, so muß er die Schnur ganz aufziehen, damit die Glocke lange läute, viel Lärm mache. Bleibt er dagegen in der Nähe des Telegraphen, so braucht er sie nur theilweise aufzuziehen, weil in diesem Falle ein paar Schläge der Glocke genügen, um ihn aufmerksam zu machen. Verweilt er in unmittelbarer Nähe des Telegraphen, so ist der Wecker ganz überflüssig für ihn. Er hat dann nicht nöthig, den Wecker aufzuziehen. In diesem Falle könnte er auch ein Drahtstück d (Fig. 31) mit seinen beiden Enden an den Leitungsdraht festhaken.

Der elektrische Strom, welcher von den ihm dargebotenen Wegen allezeit den kürzesten wählt, würde dann von der einen Seite des Leitungsdrahtes durch das Drahtstück d nach der andern Seite des Leitungsdrahtes und durch diesen weiterfließen, ohne durch den Wecker zu gehen. Der Verfasser hat öfters gesehen, wie Stations-Inspektoren sich des Drahtstückes in der

Digitized by Google

angegebenen Weise mit Erfolg bedienten. Wenn der Hebelarm vo gesenkt ist und die eiserne Stange (die Armatur), welche von dem linken Ende v gehalten wird, unten auf dem rechten Hebelarm gk liegt, so ist diese Stange zu weit von dem Elektromagnete m entfernt, um von demselben angezogen werden zu können. Der Beamte muß folglich durch Niederdrücken des rechten Hebelarmes ob die Armatur dem Elektromagnete so nahe bringen, daß sie von ihm angezogen wird.

Ein Wecker kann auch ohne Schwierigkeit in dem Zeigerwerke des Telegraphen angebracht werden, wie es § 14 (S. Fig. 21, C) angegeben ist.

§ 17. Ein dritter Zeiger-Telegraph.

Figur 32 stellt den Unterbrechungs-Apparat, Figur 33 die Vorderansicht des ganzen Telegraphen, Figur 34 das Zifferblatt, Figur 35 das Innere des Zeigerwerkes nach Wegnahme des Zifferblattes, beide, wie der Unterbrechungs-Apparat, von oben gesehen, Figur 36 eine Linie von mehreren Telegraphen dar.

Ein wagerecht liegendes Brett BB, Fig. 32, welches die Form eines Quadrates hat, etwa einen Fuß lang und eben so breit ist, ist in der Mitte durchbohrt. Auf dasselbe ist ein Messingring rr so befestigt, daß das mittlere Loch des Brettes BB in der Mitte dieses Ringes liegt. Der Umfang des letzteren ist durch Striche in 24 gleiche Theile oder Felder abgetheilt. An der äußeren Seite eines jeden Feldes erhebt sich ein Messingknopf ¼ Zoll über den Ring. Sämmtliche Knöpfe sind numerirt, der oberste ist mit 1, der unterste mit 13 bezeichnet. Zwischen Knopf 1 und 2 befindet sich, genau in der Mitte, der Theilstrich; eben so zwischen allen übrigen Knöpfen. Der Ring rr ist durch einen Messingstreif mit der Klemmschraube a in metallischer Verbindung. In das mittlere Loch des Brettes BB ist ein Messingstab m fest eingesteckt. Der Stab ist so lang, daß er nach unten hin ganz durch das Brett hindurch und etwas tiefer als dieses hinabgeht, nach oben aber etwas über dasselbe hervorragt. Figur 33 stellt ihn von der vorderen Seite gesehen dar. Das untere Ende des Stabes m ist durch einen Messingstreif mit der Klemm-

Digitized by Google

schraube b in metallischer Verbindung. Da dieser Streif unter dem Brette hinläuft, so ist er in der 32. Figur durch Strichelchen angedeutet, in der 33. aber in seiner ganzen Ausdehnung sichtbar. An das obere Ende des unbeweglichen Stabes m ist die kleine Messingscheibe ss (Fig. 33) befestigt, welche also über dem Brette liegt. Der Stab hat an diesem oberen Ende eine Vertiefung. In diese Vertiefung ist das untere Ende einer senkrechten drehbaren Achse oo gesenkt, welche nahe an diesem unteren Ende den Weiser wr und darüber die Walze W trägt. Die 33. Figur stellt alle 3 Theile, von vorne gesehen dar, und sind dieselben dort durch oo, wr und W bezeichnet. Um die Walze W ist in vielen Windungen eine Schnur gelegt, welche das Gewicht g trägt. Von diesem Gewichte gezogen laufen Walze W, Achse oo und Weiser wr gleichmäßig rund. Walze und Achse sind aus einem die Elektricität nicht leitenden Stoffe, der Weiser wr aber aus Messing. Die Achse oo wird an ihrem oberen Ende durch eine Platte gehalten, welche in der 32. Figur weggelassen, in der 33. von der vorderen Seite dargestellt und durch pp bezeichnet ist. An die untere Seite des Weisers, nahe bei der Achse oo, ist eine kleine Feder e (Fig. 33) gelöthet, welche bei dem Umgange des Weisers die Scheibe ss schleifend berührt. An dem anderen Ende des Weisers, ebenfalls an seiner unteren Seite, ist eine zweite Feder e' angebracht, welche bei dem Rundgange des Weisers die Messingknöpfe des Ringes rr nach einander berührt. Die 33. Figur bezeichnet beide Federn durch in schräger Richtung abwärts laufende Strichelchen. Der Weiser steht $\frac{1}{2}$ Zoll höher als der untere Ring mit den Knöpfen. Da die Knöpfe sich $\frac{1}{4}$ Zoll über diesen Ring rr erheben, so steht der Weiser $\frac{1}{4}$ Zoll über ihnen.

Ein Schieber i, Fig. 32, ist hier ganz eben so angebracht, wie bei dem Telegraphen, den der Leser in § 15 kennen gelernt hat. Steht der Telegraph in Ruhe, so hält der eingesteckte Schieber i den Weiser wr oben fest. In diesem Falle berührt die Feder e' des letzteren den Knopf 1; beide, Ring rr und Weiser stehen also in metallischer Berührung. Steht letzterer dagegen auf dem Theilstriche zwischen dem Knopfe 1 und 2, so berührt seine Feder e' keinen Knopf, reicht auch nicht bis zu dem unteren Messingringe rr; es findet also keine metallische Berührung

Digitized by Google

zwischen beiden Statt. Die metallische Berührung des Ringes und Weisers findet überhaupt Statt, wenn der letztere über einem der 24 Knöpfe steht; sie ist dagegen nicht vorhanden, wenn er über einem Theilstriche zwischen 2 neben einander stehenden Knöpfen sich befindet.

Wird jetzt der von dem einen Pole der Batterie ausgehende Leitungsdraht e (Figur 32) bis zur Klemmschraube b geführt und von dieser festgehalten, so fließt der galvanische Strom durch den Draht e in die Klemmschraube b, von hier durch den unter dem Brette B B liegenden Metallstreifen bis in den Stab m, von diesem in die Messingscheibe ss, von dieser in die Feder c (Figur 32 und 33), von dieser in den Weiser wr, weiter in die Feder c'. Berührt diese einen der 24 Knöpfe, so fließt der Strom weiter durch den Knopf in den unteren Messingring rr (Figur 32), von diesem durch den zweiten kurzen Messingstreifen bis zur Klemmschraube a, von dieser durch den Draht e weiter.

Es sind hier nun in derselben Weise, wie bei dem § 15 beschriebenen Zeiger-Telegraphen, Tastenstäbe angebracht, jedoch nur 24, also 6 weniger, als dort. Die 33. Figur stellt auch hier 2 solche Stäbe xx, von der Feder u gehalten, dar, den einen an der rechten, den andern an der linken Seite. In der 34. Figur sind ihre Stellen an dem ganzen Umfange des Zifferblattes durch Punkte angedeutet. Wenn ein Tastenstab niedergedrückt wird, so kommt sein unteres Ende tiefer zu stehen, als der Weiser wr, hält also denselben in seinem Rundlaufe an. Läßt man den Tastenstab los, so springt er, von der Feder u getrieben, wieder in die Höhe. Der Weiser wr läuft, vom Gewichte g getrieben, ungehindert um, sobald der Schieber i ausgezogen ist; durch einen der Tastenstäbe kann er aber an jeder Stelle der Umdrehung festgehalten werden. Wenn sich der Weiser wr (Figur 32) von dem Knopfe 1 zur Rechten dreht und $\frac{1}{48}$ einer ganzen Umdrehung zurückgelegt hat, so kommt er über dem Theilstriche zwischen den Knöpfen 1 und 2 zu stehen, und der Strom ist unterbrochen; rückt er abermals um $\frac{1}{48}$ weiter, so kommt er mit seiner Feder c' wieder auf einen Knopf, und zwar auf den Knopf 2, und der Strom ist wieder hergestellt. Der Telegraphist ist nun im Stande, den Strom eine beliebige Anzahl Mal zu unterbrechen und wieder herzustellen. Zieht er näm-

Digitized by Google

lich den Schieber i aus, so setzt sich der Weiser wr, vom Gewichte g getrieben, in rasche Bewegung, er läuft in der Richtung des Pfeiles rund. Sobald der Telegraphist eine Taste niederdrückt, hält er ihn in seinem Rundgange bei dieser Taste an. So wie aber der Telegraphist die Taste losläßt, setzt der Weiser seinen Rundgang fort; so wie er abermals eine beliebige Taste niederdrückt, steht der Weiser bei derselben still. Dieser kann mithin an jeder Stelle des Umfanges angehalten werden. Wenn der Weiser, von dem obersten Knopfe 1 an, $\frac{1}{48}$ eines Rundganges zurücklegt, so ist der Strom unterbrochen, legt er das zweite Mal $\frac{1}{48}$ zurück, so ist er wiederhergestellt; das dritte Mal unterbrochen, das vierte Mal wiederhergestellt, u. s. w.

Das Zeigerwerk des Telegraphen befindet sich genau über dem Unterbrechungs-Apparate, dessen Beschreibung wir eben beendigt haben. Der größeren Deutlichkeit wegen ist aber das Innere desselben Figur 35 besonders dargestellt. Die Schenkel des Elektromagnetes mm, der Steigradshaken cc, das Steigrad R, das Zifferblatt und der Zeiger (Figur 34) haben eine wagerechte Lage. Der Steigradshaken ist aus weichem Eisen, vertritt die Stelle der Armatur und wird deshalb auch Armatur genannt. Ist der Elektromagnet m durch den galvanischen Strom magnetisch geworden, so wird die Armatur cc angezogen, in ihre äußerste Lage zur Rechten gebracht und greift mit ihrem Haken 1 in eine Zahnlücke des Steigrades R; hört jener in Folge der Unterbrechung des galvanischen Stromes auf magnetisch zu sein, so wird die Armatur cc durch die Feder f in ihre äußerste Lage zur Linken gezogen und der Haken 2 greift an der rechten Seite in eine Zahnlücke des Steigrades R. Der äußere Umfang des letzteren ist in 48 gleiche Theile getheilt, welche 48 durchaus gleich große und gleich gestaltete Zähne tragen. In dem Zeigerwerke des Telegraphen befindet sich ein durch eine Feder getriebenes Uhrwerk, von welchem bloß dieses Steigrad R in der 33. und 35. Figur zu sehen ist. In Bezug auf die übrigen Theile des Uhrwerkes verweisen wir den Leser auf das in § 15 Gesagte. Im Stande der Ruhe fließt der galvanische Strom durch den Leitungsdraht, ist also die Armatur cc von dem Elektromagnete m angezogen, der Haken 1 hält, in eine Zahnlücke eingreifend, das Steigrad R an. Bei der ersten Unterbrechung des Stromes

Digitized by Google

wird die Armatur cc durch die Feder f von dem Elektromagnete m abgezogen, und der Haken 2 arretirt das Steigrad R. Während des Ueberganges der Armatur cc aus der äußersten Lage zur Rechten in die äußerste Lage zur Linken wird das Steigrad R von ihr losgelassen, dreht sich also, von der Feder des Uhrwerkes getrieben, rund. Der Uebergang währt aber eine so kurze Zeit, daß das sich drehende Rad R bloß um einen Zahn vorrückt. Bei der darauf folgenden Wiederherstellung des Stromes wird die Armatur cc von dem Elektromagnete m wieder angezogen, also aus der äußersten Lage zur Linken in die äußerste Lage zur Rechten gebracht. Während des kurzen Ueberganges aus der einen in die andere Lage dreht sich das Steigrad R in derselben Weise um einen Zahn weiter. Durch eine Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes zusammengenommen rückt also das Steigrad R um 2 Zähne oder $\frac{1}{24}$ einer ganzen Umdrehung weiter. Gerade so ist es bei dem correspondirenden Unterbrechungs-Apparate. Wenn dort der Weiser wr um $\frac{1}{24}$ einer ganzen Umdrehung weiter kommt, also z. B. von dem Knopfe 1 auf den Knopf 2, so ist der Strom einmal unterbrochen und wiederhergestellt worden.

Der Leitungsdraht geht von dem einen Pole der Batterie B durch den Unterbrechungs-Apparat, wie wir früher gesehen haben, bis zur Klemmschraube a, von da hinauf in das Zeigerwerk (Figur 33), in demselben in vielen Windungen um den Elektromagnet m, von da aus dem Telegraphen hinaus und durch die Erde, oder über Stangen durch die Luft bis zur nächsten Station und weiter. Wenn also der Telegraphist durch Ausziehen des Schiebers i den Weiser wr bis zum Knopfe 2 laufen läßt, ihn dort aber durch Niederdrücken der entsprechenden Taste A anhält, so ist der Strom einmal unterbrochen und wiederhergestellt. Dadurch ist aber in dem Zeigerwerke die Armatur cc einmal aus der äußersten Lage zur Rechten in die äußerste Lage zur Linken und umgekehrt aus dieser wieder in jene gebracht, und dadurch das Steigrad R in der Richtung des Pfeiles um 2 Zähne fortgerückt. Läßt der Telegraphist die Taste A los und drückt die Taste B nieder, so läuft der Weiser wr bis zum Knopfe 3, der Strom ist zum zweiten Mal unterbrochen und wiederhergestellt, die Armatur cc im Zeigerwerk also auch zum zweiten Male von der Feder f zur Linken und von dem Elektromagnete

m zur Rechten gezogen, das Rad R also abermals um 2 Zähne weiter gerückt, u. s. w. Ueberhaupt bewegen sich der Weiser w r, das Steigrad R und der Zeiger z durchaus gleichmäßig; den so vielsten Theil einer ganzen Umdrehung der Weiser zurücklegt, den so vielsten Theil einer ganzen Umdrehung legen auch Steigrad R und Zeiger z zurück, und so viele Rundgänge der Weiser macht, so viele Rundgänge machen auch Steigrad R und Zeiger z. —

An dem Zeigerwerke ist über dem Rade R ein Zifferblatt angebracht, dessen Umfang in 24 gleiche Theile oder Felder eingetheilt ist (Figur 34). Das oberste und unterste sind mit einem Sternchen (*) bezeichnet. Auf den 11 Feldern zur Rechten beider Sternchen stehen die Buchstaben: A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, N; auf den 11 Feldern zur Linken die Buchstaben: L, M, O, P, E, R, S, T, Z, W, V. Das Zifferblatt zeigt noch einen zweiten innern Kreis von 24 kleineren Feldern. Das oberste und unterste Feld sind leer. Rechts von dem obersten leeren Felde stehen nach einander die Ziffern: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0. Das 11. Feld, rechts von dem untern leeren Felde, ist ebenfalls leer, eben so das nächste Feld zur Linken. Auf den 10 folgenden Feldern stehen nach einander die Ziffern: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0, so daß also die Ziffer 0 links neben dem oberen leeren Felde zu stehen kommt.

Die bewegliche Achse c c (Figur 33), an welche das Steigrad R befestigt ist, geht durch das in der Mitte durchbohrte Zifferblatt hindurch und ragt etwas über dasselbe hervor. Sie trägt an ihrem oberen Ende den Zeiger z, welcher sich also, wie schon gesagt, mit dem Rade R gleichmäßig rund dreht. Weil die Bewegung des Rades R und des Zeigers z dieselben sind, so dreht sich letzterer auch gleichmäßig mit dem Weiser w r. Da der ganze telegraphische Apparat in ein Kästchen eingeschlossen ist, so kann der Telegraphist die jedesmalige Stellung des Weisers w r nicht sehen, weil dieser verdeckt ist; wo er sich aber jedesmal befinde, erkennt er an dem Zeiger z, er steht nämlich allemal genau unter demselben.

Mehrere Telegraphen der angegebenen Construktion können nun an verschiedenen, von einander entfernten Oertern aufgestellt sein, und ein in der angeführten Weise durch jeden Apparat geführter Leitungsdraht kann die sämmtlichen Telegraphen mit ein-

Digitized by Google

ander verbinden. Die 36. Figur stelle 4 Stationen A, B, C und D dar. A und D seien Endstationen, und deshalb bloß mit einem Apparate versehen; die Stationen B und C haben deren zwei. Der sämmtliche Stationen mit einander verbindende Leitungsdraht sei l. Jede End- und jede Zwischenstation hat eine Erdplatte E. Der elektrische Strom fließt an jeder Zwischenstation von dem Pole p der Batterie 2 durch den Draht l, die Klemme n und den Draht l′ zur Erdplatte. Wird an allen Zwischenstationen der Draht l′, welcher zur Erdplatte geht, von der Klemme n abgenommen, wie es an der Station C geschehen ist, so geht der Strom durch. Er fließt dann von dem Pole p der Batterie an der Station A durch den Telegraphen, durch den langen Leitungsdraht l zur nächsten Station, hier durch den Telegraphen zur Linken, durch beide Batterien, durch den Telegraphen zur Rechten, durch den langen Leitungsdraht zur Station C, hier in derselben Weise durch beide Telegraphen und Batterien, durch den langen Leitungsdraht zur Station D, durch den Telegraphen, die Batterie, durch den kurzen Leitungsdraht l′ zur Erdplatte E. Ob er sich hier im Schoße der Erde verliere, oder durch die Erde nach der Station A zurückströme, ist für den Dienst gleichgültig. Er kann natürlich auch die umgekehrte Richtung nehmen. Die 4 Stationen, Figur 36, mögen die ganze Linie darstellen, die telegraphischen Apparate noch mehrerer Zwischenstationen kann man sich leicht in den großen Leitungsdraht l gerade so eingeschaltet denken, wie die Station B und C in der 36. Figur eingeschaltet sind.

Man hat sich nun in Bezug auf eine Telegraphenlinie mit Apparaten der angegebenen Construction Folgendes zu merken:

1) Wenn die Telegraphen der Linie in Ruhe sind, so steht der Weiser wr aller Unterbrechungs-Apparate auf dem oberen Knopfe 1, der Strom circulirt in der so eben angegebenen Weise durch alle Telegraphen der Linie; alle Armaturen sind angezogen, und alle Zeiger stehen auf dem oberen Sternchen.

2) Sind die Drähte l′ aller Zwischenstationen, welche zur Erdplatte führen, von der Klemme n abgenommen, so geht der elektrische Strom, wie es bei der Station C geschehen ist, durch den Cirkel der ganzen Linie.

3) Wird bloß bei einem einzigen Telegraphen der ganzen

Linie der Schieber i ausgezogen, so läuft der Weiser wr dieses Telegraphen, vom Gewichte g getrieben, unaufhörlich rund; der elektrische Strom wird auf der ganzen Linie ohne Aufenthalt rasch hinter einander unterbrochen und wiederhergestellt, die Armaturen aller Telegraphen werden rasch nach einander durch die Feder f abgedrückt und von dem Elektromagnete m wieder angezogen, das Steigrad R und der Zeiger z drehen sich in Folge dessen bei allen Telegraphen der Linie rasch herum.

4) Wird der an dem einen Telegraph ausgezogene Schieber i wieder eingesteckt, so wird der Weiser wr in seiner obersten Stellung festgehalten, und alle Telegraphen werden sogleich in Ruhe versetzt.

5) Wenn bei der gegebenen Anordnung 2 Stationen mit einander sprechen, so erfahren alle übrigen Stationen das, was die beiden Stationen sich mittheilen.

6) Es können zu derselben Zeit nur 2 Stationen mit einander sprechen.

7) Nur die jedesmal sprechende Station darf den Schieber i ausziehen.

8) Hat eine Station einer andern eine nothwendige Mittheilung zu machen, und ist sie daran gehindert, weil 2 andere Stationen bereits mit einander sprechen, so muß sie die sprechende Station dadurch unterbrechen, daß sie ihren Schieber i auszieht. Dadurch wird der elektrische Strom in dem Leitungsdrahte der ganzen Linie in rascher Aufeinanderfolge unterbrochen und wieder hergestellt; die sprechenden Stationen werden in Verwirrung gebracht und können nicht mehr zu Worte kommen.

9) Nur bei der sprechenden Station sind der Unterbrechungs-Apparat und das Zeigerwerk zugleich in Bewegung; an allen übrigen bloß das letztere.

10) Eine Circular-Verfügung ist bei dieser Anordnung leicht allen Stationen zugleich mitzutheilen. Hätte z. B. die Station A eine solche zu erlassen, so würde sie erst das Wort „Circular-Verfügung" telegraphiren, indem sie nach der Reihe durch Niederdrücken der entsprechenden Tasten den Zeiger aller Telegraphen auf den Feldern C, I, R, C, V, L, A. R, *, V, E, R, F, V, G, V, N, G, * eine ganz kurze Zeit halten läßt. Sobald die Weckerglocke ertönt, müssen alle Telegraphisten der

Digitized by Google

ganzen Linie aufmerksam sein, weil die Station eines jeden angeredet werden kann. Die Telegraphisten sämmtlicher Stationen sind also aufmerksam und werden mit der Verfügung bekannt.

11) Man mag einen Erdstrom annehmen oder nicht, der Strom fließt jeden Falls durch den großen Leitungsdraht in der einen oder der anderen Richtung, er kann also in demselben auch unterbrochen und wiederhergestellt werden. In der Batterie erzeugt, sucht nämlich das elektrische Fluidum durch den Leitungsdraht l einen Weg. Die an den Polen gehäufte Elektricität fließt allezeit ab, wenn ihr durch einen leitenden Körper dazu der Weg geboten wird.

12) Der Strom fließe von dem Pole p der Batterie an der Station A in der Richtung der Pfeile durch die ganze Leitung bis zu der Station D und hier in die Erdplatte. Angenommen nun, er werde in dem Apparate zur Linken an der Station C unterbrochen. In diesem Falle kann sich die durch den Draht l strömende Elektricität zwar von A aus bis C in denselben vertheilen; da sie jedoch nicht weiter kommen kann, so hört die Strömung auf. Die strömende Elektricität, das elektrische Fluidum in der Bewegung bringt aber allein die magnetisirende oder die den Magnet ablenkende Wirkung hervor. Von dem Pole p der Batterie fließt kein, oder doch kein kräftiger, Strom in diesem Falle nach der rechten Seite hin durch die Leitung ab, weil sie auch von dem Pole p' dieser Batterie keinen Abfluß hat.

13) Angenommen, die Batterien 1, 2, 3, 4, 5 und 6 seien von durchaus gleicher Construction, die Pole p seien die negativen, und die Stärke des von ihnen ausgehenden Stromes sei 4 Mal so groß, als die des von den positiven Polen p' ausgehenden Stromes. Die beiden Stromkräfte lassen sich folglich durch die Zahlen 4 und 1 darstellen. Von p der Batterie 1 fließt der negative Strom nach der Station B hin, und von p' der Batterie 2 fließt der positive Strom in umgekehrter Richtung nach der Station A. Beide entgegengesetzte Ströme heben sich auf, es fließt also ein negativer Strom in der Richtung des Pfeiles mit der Kraft 3 durch den Draht l und durch die Batterie 2 bis zum Pole p dieser Batterie, hier erhält er eine Verstärkung durch die an diesem Pole gehäufte negative Elektricität.

Digitized by Google

Dieser verstärkte Strom fließt nun mit derjenigen Kraft durch den Draht l in die Batterie 3, welche ihm übrig bleibt, nachdem man die positive Stromkraft dieser letzteren abgezogen hat, u. s. w. Ist der Erddraht l an der Station B mit der Klemme n verbunden, und fließt der Strom von dem Pole p der Batterie 2 durch l′ in die Erdplatte ab; so fließt von der Batterie 1 ein negativer Strom in der Richtung des Pfeiles durch den Leitungsdraht l bis zur Batterie 2 und weiter in die Erde ab.

14) An den Zwischenstationen geht der Leitungsdraht durch beide Telegraphen, beide arbeiten demnach gleichmäßig, die Zeiger laufen übereinstimmend und der Telegraphist kann mit jedem derselben nach jeder Richtung hin eine Nachricht mittheilen und von daher empfangen. Der Telegraphist kann mit jedem Apparate eine Nachricht mittheilen, weil in jedem ein Unterbrechungs-Apparat ist, und empfangen, weil jeder ein Zeigerwerk hat.

Wenn die Erddrähte l′ an den Zwischenstationen nicht von den Klemmen abgenommen, sondern mit denselben metallisch verbunden sind, wie an der Station B, und jeder dieser Drähte mit einer in die feuchte Erde oder in einen Brunnen gesenkten Erdplatte E in Verbindung steht; so bildet jede Zwischenstation 2 Endstationen, d. h. mit dem einen Telegraphen ist sie Endstation nach der einen, mit dem andern nach der andern Seite hin. Man würde also nur von Station zu Station telegraphiren können. Fließt z. B. der galvanische Strom von A durch den Leitungsdraht nach B (Figur 36), so nähme er seinen Weg durch den Apparat zur Linken an der Station B, durch die Batterie 2, durch den Draht l bis zur Klemme n. Von n könnte er zwar nach der rechten Seite hin durch den Leitungsdraht weiter fließen, er wählt aber von den ihm dargebotenen Wegen stets den kürzesten, fließt auch von den ihm dargebotenen Wegen allezeit auf dem kürzesten zur Erde ab. Deshalb gelangt er, wenigstens dem größten Theile nach, nur bis n und geht von hier durch den kurzen Draht l′ zur Erdplatte E Genau eben so ist es, wenn der galvanische Strom von der rechten Seite her durch den Leitungsdraht nach B fließt, er geht bis zur Klemme n und von da zur Erdplatte. Der Strom fließt also, er mag kommen, von welcher Seite er will, nicht über die

Digitized by Google

Station B hinaus, sondern hier zur Erdplatte hinab. Die Zwischenstationen telegraphiren in diesem Falle mit ihrem Telegraphen zur Linken nach der linken Seite, mit ihrem Telegraphen zur Rechten nach der rechten Seite hin. Es können in diesem Falle an mehreren Stellen der Telegraphen-Linie zu gleicher Zeit je 2 Stationen mit einander sprechen.

Das Zifferblatt mit seinen 24 Feldern und den angeführten Buchstaben und Ziffern (Figur 34) ist das des Eisenbahn-Telegraphen an der Köln-Mindener Bahn, auch die angegebene Art der Leitung (Figur 36) stimmt mit der dort eingeführten ziemlich überein; der dort gebrauchte Telegraph ist jedoch von anderer Construction (gehört auch zu den patentirten Apparaten, wie die an den königlich preußischen Linien gebrauchten). Die Depeschen werden an dieser Linie (der Köln-Mindener Bahn) vollständig buchstabirt. Während des Telegraphirens läuft nämlich der Zeiger rund und wird in der Mitte derjenigen Buchstaben und Ziffern, welche der Beamte an der Empfangsstation sich merken soll, eine ganz kurze Zeit angehalten. Nachdem alle Buchstaben eines Wortes durch das kurze Anhalten des Zeigers mitgetheilt sind, wird er auf dem nächsten leeren Felde unten oder oben etwas länger angehalten, um anzuzeigen, daß das Wort zu Ende sei, auch, damit eventuell der Empfänger der Depesche Zeit habe, das mitgetheilte Wort niederzuschreiben. Die auf dem Zifferblatte fehlenden Buchstaben Q, U, X und Y werden in folgender Weise wiedergegeben: Q durch CV oder KW, U durch V, X durch KS, Y durch I.

Die am häufigsten vorkommenden Abkürzungen sind folgende:

1) Die Doppelbuchstaben werden einfach gegeben, z. B. vol, rent, komt, Man, für voll, rennt, kommt, Mann.

2) Aehnlich lautende werden verwechselt, z. B. Runte, Oprigkeit, unt, sint, laszen, haszen, nichtz, für Runde, Obrigkeit, und, sind, lassen, hassen, nichts. Die Zweckmäßigkeit dieser Verwechselung leuchtet ein, indem der Zeiger auf dem Zifferblatte von N nach T, von O nach P, von S nach Z einen kürzeren Weg zurückzulegen hat, als von N nach D, von O nach B, von S wieder nach S. Die Verwechselung findet

natürlich nur dann Statt, wenn der Weg des Zeigers, mithin auch das Telegraphiren dadurch abgekürzt wird.

3) Einzelne Buchstaben werden, wenn die Deutlichkeit nicht darunter leidet, ausgelassen, z. B. am Ende eines jeden Wortes allezeit **e** vor **n**, (also sagn für sagen).

4) Sehr häufig vorkommende, bekannte Wörter werden durch einen oder einige Buchstaben ausgedrückt, z. B. Herr durch HR, Apparat durch APRT, Element durch ELMT. Eben so die Namen der Stationen:

Deutz . . .	durch	DZ	Camen . . .	durch	CMN
Mülheim . .	"	MV	Hamm . . .	"	HM
Küggersteg .	"	KS	Ahlen . . .	"	AL
Langenfeld .	"	LN	Beckum . .	"	BKM
Benrath . .	"	BR	Oelde . . .	"	OE
Düsseldorf .	"	DF	Rheda . . .	"	RT
Kalkum . .	"	CLM	Gütersloh .	"	GL
Duisburg .	"	DG	Bielefeld . .	"	BIL
Oberhausen .	"	OPR	Herford . .	"	HRT
Berge-Borbeck	"	BOR	Rehme . . .	"	RME
Essen	"	EN	Porta . . .	"	PRT
Heren-Bochum	"	HNR	Minden . .	"	M
Dortmund .	"	DOR			

Die in den Depeschen häufig vorkommenden Zahlen werden, wenn sie klein sind, buchstabirt; bei großen läßt man den Zeiger nacheinander auf dem oberen und unteren Felde oder auf N (Nummer) eine kurze Zeit halten. Die Zeichen ** oder N bedeuten also so viel als: „Jetzt gelten die Ziffern." Dann folgt die Zahl vermittelst der Ziffern des Zifferblattes und zum Schlusse wieder zwei Sternchen, oder ein Sternchen, wenn man vorher das Zeichen N gebraucht hatte. Wenn die Station Deutz der Station Düsseldorf folgende Depesche zukommen ließe:

Schicken Sie mir die Wagen Nummer 685 und 1326, so würde dieselbe, wie folgt, gegeben:

Schikn * Si * mir * di * Wagn * Numer ** 685 ** unt ** 1326 **

Auf jedem der vorstehenden Buchstaben hält der Zeiger eine ganz kurze Zeit, um dieselben als diejenigen zu bezeichnen, welche der Beamte in Düsseldorf sich zu merken hat; auf dem Stern-

Digitized by Google

chen hält er aus dem bereits angegebenen Grunde länger. Kleine Brüche buchstabirt man. Um größere wiederzugeben, sagt man zuvor: Bruch, und trennt den Zähler von dem Nenner durch ein Sternchen. Den Zähler gibt man dann durch die Ziffern auf der rechten Seite des Zifferblattes, den Nenner durch die auf der linken. Z. B. $387\frac{59}{623}$ wird in folgender Weise gegeben: ** 387 ** unt * Bruch ** 59 (auf der rechten Seite) * 623 (auf der linken) *.

Bei der Telegraphen-Linie der Köln-Mindener Eisenbahn, wird, wie bereits erwähnt, das angegebene Verfahren beobachtet. (Mit dem in diesem § beschriebenen Apparate würde man ganz in derselben Weise arbeiten können.)

Ein Wecker ist hier gerade so in die Leitung eingeschaltet, wie es im vorigen § angegeben ist. Sind die Erddrähte l′ an den Zwischenstationen mit den Klemmen n in Verbindung gebracht, so müssen an diesen Stationen auch 2 Wecker, der eine zur Rechten, der andere zur Linken der beiden Apparate eingeschaltet werden.

Angenommen, sämmtliche Erddrähte l′ wären von den Klemmen n abgenommen, der Strom circulirte demnach durch die Leitung der ganzen Linie. Wenn nun der Telegraphist an der Station Deutz eine Nachricht mittheilen will und den Schieber i auszieht, so läuft der Weiser wr des Apparates, dem der Schieber i angehört, rund, der Strom wird in der Leitung der ganzen Linie rasch nach einander unterbrochen und wieder hergestellt. In Folge dessen laufen Steigrad R und Zeiger z bei allen Apparaten der Linie rund, und die Wecker ertönen. Bevor der Zeiger z wieder auf dem oberen Sternchen steht, drückt der Telegraphist zu Deutz die Taste bei diesem Sternchen nieder, hält den Zeiger also hier an, und alle Apparate sind wieder ruhig. Der Sprecher in Deutz läßt darauf die oberste Taste los und hält die bei D mit dem Finger eine kurze Zeit nieder, wodurch die Zeiger aller Telegraphen in dem Cirkel eine ganz kurze Zeit auf D stehen bleiben; darauf läßt er die Taste D los und drückt die bei F eine kurze Zeit nieder. Nachdem in Folge dessen die Zeiger aller Telegraphen der Linie eine kurze Zeit auf F gestanden, läßt er die Taste F los und drückt die bei dem oberen Sternchen längere Zeit nieder. Wenn durch diese Manipulation die

Digitized by Google

Station Düsseldorf gerufen ist, antwortet diese sogleich: Düsseldorf hier. Der Telegraphist an dieser Station zieht nämlich seinen Schieber i des Apparates zur Linken aus, drückt die Taste bei D, F und dem unteren Sternchen, dann bei H, I, E, R und dem oberen Sternchen nieder, die beiden Buchstaben eine ganz kurze Zeit, die bei den beiden Sternchen etwas länger. Darauf steckt er seinen Schieber i wieder ein. Sobald von der Station Düsseldorf diese Antwort ertheilt ist, muß der Sprecher in Deutz sich zu erkennen geben, damit der Düsseldorfer erfahre, wer mit ihm spricht. Daher sagt jener DZ, indem er, nach Loslassung der oberen Taste, die bei DZ und dem oberen Sternchen niederdrückt, die letztere länger, als die ersten. Wenn dieses geschehen ist, so fängt der Sprecher in Deutz an, seine Nachricht in derselben Weise dem Düsseldorfer mitzutheilen.

§ 10. Ein vierter Zeiger-Telegraph.

Dieser Zeiger-Telegraph findet hier eine Stelle, um an demselben den Wechsel-Apparat und die wunderbaren Wege, welche der elektrische Strom nimmt, kennen zu lernen. Auf der Platte des Telegraphen bemerkt man (Figur 37):

a) das Zifferblatt mit dem Zeiger. Darunter verdeckt befindet sich das Gangwerk für den Zeiger z. In demselben wird durch Unterbrechung und Herstellung des galvanischen Stromes mittelst eines Echappements ein Zeiger wie an einer Uhr im Kreise herumbewegt. Das Echappement ist die Hemmung, d. h. zunächst der Steigradshaken ar, welcher die Bewegungen des Steigrades n regelt. Dieser Steigradshaken ist ein um r beweglicher Hebel, dessen linker Arm ar aus weichem Eisen besteht und die Stelle der Armatur vertritt. Von dem Gangwerke ist nur das Steigrad n zu sehen. Statt eines Gewichtes bringt hier eine Feder dieses Gangwerk in Bewegung. Ganz in der Nähe des letzteren befindet sich das Glockenwerk zum Wecken. In den §§ 16 und 23 ist zur Genüge angegeben, wie die einmalige Unterbrechung, eventuell die einmalige Herstellung, des galvanischen Stromes ein solches Werk ertönen lassen könne. Man bemerkt auf der Platte des Telegraphen

Digitized by Google

b) eine Klemmschraube, mit L bezeichnet, d. h. Leitung nach der nächsten Station;

c) eine dergleichen, mit E bezeichnet, d. h. Leitung nach der Erdplatte;

d) eine dergleichen mit K und eine mit Z bezeichnet, welche beide zum Festklammern der von dem Kupfer- und Zinkpole der Batterie auslaufenden Drahtenden dienen;

e) einen messingenen Leitungsschieber s mit weißem Knopf, welcher entweder die Stellung auf r, d. h. Ruhe, wie in der Figur 37 und 38, oder auf t, d. i. Telegraphiren, gestattet;

f) einen runden, weißen, elfenbeinernen Knopf d zum Niederdrücken (der Drücker);

g) die Magnetnadel m, welche durch ihre Abweichungen das Vorhandensein, die Richtung und Stärke des galvanischen Stromes zu erkennen giebt.

Die Batterie, welche hier gebraucht zu werden pflegt, ist die § 5, nach der von Grove, beschriebene. Wenn die Telegraphen in Ruhe stehen, so sind die Silber- und Zinkplatten derselben nicht eingesenkt. Sobald aber eine Station telegraphiren will, senkt sie jene Platten in die Flüssigkeit und schiebt den Stellschieber (Leitungsschieber) s auf. Es habe beispielsweise die Station A, Figur 27, der Station C, Figur 38, eine Mittheilung zu machen. Nachdem der Stellschieber an der Station A seine angegebene Stellung erhalten und die Batterie B in Thätigkeit gesetzt worden, geht der galvanische Strom von dem einen Pole p der Batterie zur Erdplatte; von dem andern p' geht er bis zur Klemmschraube K, von K durch den Draht x in das Zeigerwerk, hier in vielen Windungen um den in der Figur nicht sichtbaren Elektromagnet herum, weiter durch den Draht y bis zur Klemmschraube c, weiter bis zum Stellschieber s, zur Magnetnadel, nach der Feder des Drückers d, zur Klemmschraube L, durch den großen Leitungsdraht nach der nächsten Station C, hier zunächst zur Klemmschraube 1, durch die Feder zur Klemmschraube 2, durch den Draht bis zur Klemmschraube L des Apparates zur Rechten, von da zur Feder des Drückers d, zur Magnetnadel m, in den Stellschieber s; von da tritt er in die

Leitungsfeder r, in die Klemmschraube e, geht nach dem Läutwerke und läßt dieses ertönen. Von hier geht er zur Klemmschraube E, durch den Draht zur Klemmschraube 6, von da, den kürzesten Weg wählend, durch die kleine messingene Ueberleitung ü zur Erdplatte E.

Der Telegraphist an der Station C, durch das Läutewerk seines Apparates zur Rechten aufmerksam gemacht, daß die nächste Station zur Linken mit ihm sprechen will, setzt die Batterie dieses Apparates, die Platten einsenkend, in Thätigkeit und schiebt den Stellschieber auf t. Der galvanische Strom tritt nun, wie vorhin, bei L in den Apparat, geht durch den Draht, die Feder des Drückers d, den Stellschieber s, die Leitungsfeder t, die Klemmschraube c, den Draht y in das Zeigerwerk und setzt dieses in Bewegung, geht durch die Klemmschraube K (resp. Z) in die Batterie, aus dieser durch den Draht weiter bis zur Klemmschraube Z (resp. K) nach E in die Erdplatte. Der Strom circulirt somit durch beide Apparate (Figur 37 u. 38. 2).

Wenn die Batterie eingesenkt, der Stellschieber auf r gerückt und der Drücker d auf beiden Stationen niedergedrückt wird, so tritt der Strom an der Station A bei K in den Apparat, geht von hier nach der niedergedrückten Feder des Drückers d, zur Klemmschraube L, durch den großen Leitungsdraht nach der nächsten Station, hier durch die Klemmschraube 1 und 2 nach L, durch die niedergedrückte Feder nach der Klemmschraube K (resp. Z), durch die Batterie, bei der Klemmschraube Z (resp. K) wieder in den Apparat und dann durch die Klemme E zur Erdplatte. Sowohl der Wecker- als auch der Zeiger-Apparat sind hierdurch außer Thätigkeit; dafür ist aber der Strom in der Leitung von der einen Station zur andern in die direkteste und zwar continuirliche Verbindung gebracht.

Die Drähte von den beiden Polen der Batterie laufen, mit Seide umhüllt, zu den Klemmen K und Z, von den Klemmschrauben E und L laufen sie, mit Gutta Percha umgeben, der eine in einer hölzernen Röhre bis zu der Zinkplatte (Erdplatte) E in den Brunnen, der andere in einer eben solchen Röhre zum Eisenbahn-Damme, und durch denselben zur nächsten Station. (In Braunschweig sind die Leitungsdrähte über Stangen durch die Luft geführt.) Der Telegraph ist ein Tasten-Telegraph; nur

Digitized by Google

gleichen diese Tasten denen eines Klavieres. Das Zifferblatt enthält an seinem Umfange 2 Kreise von Ziffern, wie bei dem § 15 beschriebenen Apparate, außerdem einen Kreis von Buchstaben auf den Tasten. Die oberste und unterste Taste sind ohne Bezeichnung; auf den 14 Tasten zur Rechten stehen die Buchstaben A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N; auf denen zur Linken O, P, Q, R, S, T, U, V, W, X, Y, Z, N. Durch das Niederdrücken einer jeden Taste wird der galvanische Strom unterbrochen.

Wer die §§ 15 und 17 beschriebenen Apparate kennt, wird sich hier einen ähnlichen Mechanismus ohne Mühe denken können; derjenige, dessen Beschreibung nachstehend folgt, leistet seine Dienste hinreichend. Der Ring RR des Zeigerwerkes ist Figur 39 besonders dargestellt. Er ist an 30 Stellen durchbohrt. R'R' (unter ihm) stellt seine Seitenansicht dar. An der untern Seite des Ringes RR sind 30 Messingfedern an denselben festgeschraubt, welche nur in der Seitenansicht (R'R') sichtbar sind. Diese sind wie Dachziegel aufeinander geschoben und bilden einen Kreis unter dem Ringe RR. Dieser Kreis ist nur an einer Stelle unterbrochen. Mit dem einen Ende dieser Unterbrechung ist der Draht x, mit dem andern der Draht y verbunden. Die Tastenstäbe gehen von den obern Tasten durch die Löcher des Ringes RR hinab bis zu den Messingfedern. Wird eine Taste niedergedrückt, so drückt sie auch das linke Ende der Messingfeder hinab, hebt die metallische Verbindung desselben mit dem folgenden Stäbchen zur Linken auf und bewirkt dadurch eine Unterbrechung des Stromes. Der Strom tritt entweder, von der Klemme Z, resp. K, (Figur 37 und 38) herkommend, in den Draht x, oder von dem Stellschieber s her in den Draht y. Im ersten Falle geht er von x durch die 30 Messingstäbchen nach y; im zweiten Falle von y in umgekehrter Richtung durch die 30 Messingstäbchen nach x. Ehe aber der Draht y zu der Klemme c (Figur 37) und der Leitungsfeder t gelangt, geht er in vielen Windungen um ein in der Figur nicht sichbares Hufeisen und ertheilt demselben die magnetische Anziehungskraft. Das magnetisirte Hufeisen zieht die Armatur ar an, der Haken i verläßt das Zahnrad n. Dieses Rad ist das Steigrad eines in dem Apparate befindlichen Uhrwerkes und wird, wie in einer

Taschen- oder Tafeluhr, durch eine Feder in Bewegung gesetzt. Mit dem Zahnrad n dreht sich aber der Zeiger z gleichmäßig herum, indem beide von derselben Achse gehalten werden. So wie der Strom unterbrochen wird, greift der Haken i, von einer in der Figur nicht sichtbaren Feder gedrückt, wieder in eine Zahnlücke dieses Rades ein und hemmt es in seinem Laufe. Da durch jede niedergedrückte Taste der Strom unterbrochen wird; so können Rad n und Zeiger z in jedem Momente ihres Umlaufes, also auch auf jedem Buchstaben oder leeren Felde arretirt werden. Die Handhabung eines solchen Apparates, so wie das beim Telegraphiren zu beobachtende Verfahren geht aus dem § 15 und 17 Gesagten hinlänglich hervor. Da der Zeiger-Apparat in Folge der stark angespannten Feder einen schweren Gang hat, so wird derselbe nur durch die Batterie der beiden Stationen in Bewegung gebracht, während das Glockenwerk, wegen seines leichten Ganges, durch den Strom einer Batterie (der der nächsten Station) in Thätigkeit gesetzt wird. Das Zeigerwerk ist also das gewöhnliche Gangwerk einer Uhr, welches durch eine Feder in Bewegung gesetzt wird. Von demselben ist blos Rad n, das Steigrad, sichtbar. Der bei r unterstützte Hebel ai, Figur 37, vertritt die Stelle des Streigradshakens. Wird der linke Arm des Hebels ai von dem Elektromagnete m angezogen, so verläßt der Haken i des rechten Armes die Zahnlücke am Steigrade n. Das Räderwerk, von seiner Feder getrieben, setzt sich in Bewegung, das Steigrad n und der Zeiger z laufen rund. Sowie der galvanische Strom unterbrochen wird, der Elektromagnet m demnach seine magnetische Anziehungskraft verliert, wird der rechte Arm des Hebels durch eine bei u drückende Feder (Figur 40) mit seinem Haken i in eine Zahnlücke des Steigrades n zurückgeschnellt, und Räderwerk und Zeiger stehen still.

An jeder Zwischenstation ist der Wechsel-Apparat angebracht. Die 38. Figur stellt unter 3 einen solchen dar. Er enthält einen hier nicht sichtbaren elektromagnetischen Wecker; an der rechten Außenseite den Stellhebel s′, und die messingene Ueberleitung ü zwischen der Klemme 5 und 6 und die Klemmen 1, 2, 3, 4, 7 und 8.

Soll zwischen mehreren Stationen die sogenannte Circular-

Digitized by Google

Verbindung hergestellt werden, so wird Figur 41 b an allen Zwischenstationen der Stellhebel s′ oben angelegt und die kleine messingene Ueberleitung ü geöffnet. Hierdurch werden sämmtliche Apparate der Gestalt mit einander verbunden, daß, wenn der Zeiger der einen rund läuft, alle übrigen gleichmäßig mitlaufen. Die verbundenen Stationen seien beispielsweise A, C, D, E und F. Wollte nun die Station A eine Circular-Verfügung an alle Stationen bis F erlassen, so würde A in der angegebenen Weise die Station C wecken und ihr die Weisung Circular bis F zukommen lassen. Hierauf öffnet Station C die kleine messingene Ueberleitung ü ihres Wechsel-Apparates, senkt die Batterie ihres Telegraphen zur Linken in die Säure und rückt den Stellschieber s desselben auf t. Wenn auf diese Weise Station D avertirt ist, so giebt C auf einem der beiden Telegraphen die Weisung: Circular bis F. Station D öffnet nun ihrer Seits die kleine messingene Ueberleitung ü des Wechsel-Apparates, senkt die Batterie ihres Telegraphen zur Linken in die Säure, und den Stellschieber s desselben auf t. Nachdem die Station E also geweckt ist, wird ihr von D die Weisung: Circular bis F mitgetheilt. Die Station E befolgt dasselbe Verfahren. Hat auch die letzte Station F die Weisung Circular bis F erhalten, so antwortet diese: F hier, worauf die Station A ihre Circular-Verfügung mittheilt und zum Schlusse das Zeichen E (Ende) gibt.

Soll zwischen den Stationen A und F eine directe Verbindung hergestellt werden, so wird an allen Zwischenstationen, Figur 41 c, der Stellhebel s′ unten angelegt und die messingene Ueberleitung ü geöffnet. Die beiden Federn, welche von den Klemmen 1 und 4 in die Höhe gehen, werden durch den oben angelegten Stellhebel auseinander gehalten und mit den Klemmen 2 und 3 in metallische Berührung gesetzt. Wird der Stellhebel dagegen unten angelegt, so läßt er diese Federn los und diese legen sich an die beiden Messingschrauben o und g, welche in der Form von 2 Pünktchen zwischen den Klemmen 2 und 3 dargestellt sind. Von der linken Messingschraube o geht, Figur 38 3, ein Draht zu dem Elektromagnete im Wechsel-Apparate; von diesem wieder in die Höhe bis zur Klemme 8, an der rechten Seite um den Wechsel-Apparat herum bis zu dem Drahte,

Digitized by Google

welcher, von einem Pole der Batterie, rechts um den Telegraphen geht. Von der rechten Messingschraube 9 geht ein anderer Draht zuerst nach unten um die Klemme 7, von da wieder hinauf um den Wechsel-Apparat herum, bis zu demjenigen Drahte, welcher von der Batterie aus links um den Telegraphen herumgeht. Die beiden von den Schrauben 9 und 0 auslaufenden Drähte sind durch Pünktchen dargestellt. Nur bei der directen Verbindung fließt der galvanische Strom durch dieselben. Diese Stellung am Wechsel-Apparate bewirkt die gänzliche Ausschaltung der Apparate an den Zwischenstationen (C, D und E) und wird angewendet, wenn eine Station einer entfernt liegenden eine längere Mittheilung zu machen hat; oder auch, wenn einer Station daran liegt, daß die Zwischenstationen die Mittheilung nicht erfahren. Wenn nun die Station A der Station F eine längere Depesche mitzutheilen hat, so setzt sie, die Platte einsenkend, ihre Batterie in Thätigkeit und schiebt den Stellscheiber s auf t. Die Station C, hierdurch geweckt, thut für den Apparat zur Rechten dasselbe. Darauf gibt die sprechende Station A ihr die Weisung: Direct nach F. Station C verfährt nun eben so in Bezug auf Station D, diese eben so in Bezug auf E, und diese ebenso in Bezug auf F. So wie eine Zwischenstation die betreffende Weisung erhalten, theilt sie dieselbe der nächsten Station mit, legt sofort den Stellhebel s′ unten an und öffnet die kleine messingene Ueberleitung ü. Auf diese Weise sind die Stationen A und F in unmittelbare Verbindung gebracht und können nach der gewöhnlichen Vorschrift für stationsweise Verbindungen mit einander correspondiren. Ist die Correspondenz zu Ende und soll die stationsweise Verbindung wiederhergestellt werden; so geben sich die beiden Endstationen (A und F) das Zeichen E (Ende); jedoch statt des gewöhnlichen Zeichens R (Ruhe), das Zeichen K (Knopf d. i. Drücker), rücken hierauf den Stellschieber auf r und drücken den Drücker d eine Zeitlang nieder. Hiermit wird der verstärkte Strom durch die Wechsel-Apparate der Zwischenstationen geführt und es ertönen die Glocken in denselben, zum Zeichen, daß die directe Correspondenz beendigt und die stationsweise Verbindung am Wechsel-Apparate wiederherzustellen ist. Nur der verstärkte Strom läßt den Elektromagnet im Wechsel-Apparate die Armatur anziehen und dadurch die Hemmung be-

Digitized by Google

seitigen, welche das durch eine Feder angespannte Glockenwerk verhinderte, sich in Bewegung zu setzen. Man möge sich diese Hemmung genau eben so denken, wie sie in dem Zeigerwerke dargestellt ist.

Wir wollen schließlich noch den Weg verfolgen, welchen der galvanische Strom bei dieser Stellung der Apparate zu nehmen hat. Man muß dem Wechsel-Apparate Figur 38 3 die Stellung geben, welche Figur 41 c dargestellt ist. Der galvanische Strom kommt dann von der Endstation A durch den langen Leitungsdraht bis zur Klemmschraube 1, geht durch die Feder zur Klemmschraube 9, durch den Draht bis zur Klemme 7, von da oben um den Wechsel-Apparat herum bis zu dem einen Pole der Batterie B, durch diese Batterie, von dem anderen Pole derselben erst durch den schwarz gezeichneten, bald darauf durch den durch Pünktchen dargestellten Draht, bis zur Klemme 8, um das Hufeisen des Weckers zur Klemmschraube 0 durch die Feder zur Klemme 4, von hier durch den langen Leitungsdraht zur nächsten Station. Der Strom gelangt also in keinen Apparat.

Anmerkung. Der hier beschriebene Apparat stimmt mit dem Siemenschen in manchen Stücken überein. Wie wir gesehen haben, hat er 30 Tasten; von jeder derselben geht ein Stäbchen abwärts durch den Ring RR. Jedes Stäbchen berührt mit seinem untern Ende eine der 30 Federn, welche an die untere Seite dieses Ringes festgeschraubt sind. Der Strom muß, nach der Einrichtung der Apparate, seinen Weg durch diese 30 Federn nehmen. Sobald eine Feder niedergedrückt wird, wird sie außer Berührung mit der nächstfolgenden gebracht, der Strom also unterbrochen. Statt 30 Tastenstäbe und 30 Federn würde ein Tastenstab (Drücker) und eine Feder denselben Dienst thun.

Figur 42 werde die Feder e durch die Klemme a, und die Feder c durch die Klemme b gehalten. Ist der Drücker d nicht niedergedrückt, so berührt die Feder c von der untern Seite die Feder e. Der galvanische Strom tritt von der linken Seite ein, geht aus dem Drahte x in die Klemme a, in die Feder e, aus dieser in die sie berührende Feder c, in die Klemme b, in den Draht y u. s. w. Sowie aber der Drücker d niedergedrückt wird, wird auch die Feder c hinabgedrückt und außer Berührung mit der Feder e gebracht, der Strom ist also unterbrochen.

So lange er fließt, läuft der Zeiger des Zeigerwerkes rund; ist dieser auf dem Felde desjenigen Buchstaben angekommen, den man mittheilen will, so drückt man den Drücker d nieder, der Strom ist unterbrochen, und das Zeigerwerk steht augenblicklich still. Will man den Telegraphen in Ruhe versetzen, so hebt man blos die Silber- und Zinkplatten der Batterie aus der Säure.

§ 19. Der amerikanische Schreib-Telegraph.

Der Empfangs-Apparat des amerikanischen Telegraphen ist ein Schreib-Apparat, weshalb der Telegraph auch Schreib- oder Druck-Telegraph genannt wird. Da das von Chappe zuerst eingeführte Wort Telegraph (von dem griechischen telos: Ende, äußerste Gränze, und grapho ich schreibe, ich zeichne, herkommend) ein Instrument bezeichnet, durch welches man nach dem Ende, nach der äußersten Gränze hin, schreibt oder Zeichen giebt, so ist der Ausdruck Schreib- oder Druck-Telegraph eigentlich ein Pleonasmus, der sich in dem englischen: printing telegraph und in dem französischen: télégraphe imprimant und télégraphe écrivant wiederholt. Der Schreib-Telegraph ist vom Professor S. Morse, während der Ueberfahrt von Havre nach New-York an Bord des Packetschiffes Sülly im Jahre 1832 erfunden. Dreizehn Jahre war Professor Morse unablässig bemüht, seinen anfangs unbequemen Apparat zu verbessern, bis er endlich seine gegenwärtige höchst einfache Construction erhalten hat. Er besteht aus drei Theilen: 1) dem Schreib-Apparate, 2) dem Uhrwerke, welches dazu dient, einen langen Papierstreifen unter einer Walze wegzuziehen, 3) dem Schlüssel oder Unterbrechungs-Apparate. Da die Art, wie die Telegraphen-Stationen durch Leitungsdrähte verbunden sind, von der bei uns bisher üblichen abweicht, so werden wir auch diese einer sorgfältigen Besprechung unterziehen.

Auf einer wagerechten hölzernen Unterlage UU, Figur 43, erhebt sich das Brett B senkrecht in die Höhe. Rechts neben ihm befindet sich der Elektromagnet MM. Die beiden Enden seiner Schenkel, die Spiegel ee, sind nach oben gerichtet; er hat also eine senkrechte Lage. Vermittelst der Platte p und der

Digitized by Google

Schraube s ist er an das senkrechte Brett B festgeschraubt. Der Sattel S ist eine Fortsetzung des Brettes B nach oben. Zwischen die Sattelbogen durch geht ein um die feste Achse i' drehbarer Hebel hl, welcher sich senkrecht auf und nieder bewegt. An das rechte Ende ist der Stift i festgeschraubt, derselbe ist aus dem härtesten Stahle und nicht zu spitz, damit er, gegen Papier gedrückt, zwar einen bemerkbaren Eindruck mache, dasselbe aber nicht zerreiße. Etwas rechts von dem Stift i befindet sich das Joch J an den Hebel hl befestigt. Rechts von dem Elektromagnete erhebt sich die Stange N. Dieselbe hält eine starke Stahlfeder rr, welche an ihrer linken Seite in das Joch J eingreift. Es ist bekannt, daß der Elektromagnet MM eine starke magnetische Anziehungskraft erhält, wenn der galvanische Strom durch den in vielen Windungen um ihn gelegten Draht fließt. So wie der Strom zu fließen aufhört, ist er nichts weiter, als ein Stück weiches Eisen ohne Anziehungskraft. Ist er durch den durchfließenden galvanischen Strom magnetisch, so zieht er die Armatur ar an, der linke Hebelarm geht also mit seinem Stift i und dem Joche J in die Höhe, das Joch zieht auch die Feder rr mit ihrem linken Ende in die Höhe. Hat der Elektromagnet seine magnetische Anziehungskraft verloren, so zieht die Feder rr, indem sie ihre ursprüngliche Lage wieder einzunehmen sucht, den linken Hebelarm mit dem Stifte i wieder hinab. Bei der Herstellung des galvanischen Stromes wird also der rechte Arm des Hebels hinabgezogen, bei der Unterbrechung desselben der linke. Eine stählerne Walze w befindet sich genau unter dem Stifte i. Sie ist ringsum mit einer mäßigen Furche versehen. Längs ihrer unteren Seite wird ein Streifen Papier ll von der Rechten zur Linken fortgezogen. Geht der linke Arm des Hebels hl nur einen Augenblick in die Höhe und sofort wieder nieder, so hat der Stift i eine Vertiefung in den Papierstreifen eingedrückt, der einem Punkte ähnlich ist. Bleibt der linke Arm eine ganz kurze Zeit in seiner gehobenen Stellung, so drückt der Stift i auch eine ganz kurze Zeit gegen den Papierstreifen, und, wenn dieser gleichzeitig von der Rechten zur Linken fortgezogen wird, so drückt der Stift i einen kurzen Strich in den Papierstreifen. Dadurch also, daß der linke Hebelarm etwas

länger in die Höhe gehoben ist, bringt der Stift einen etwas längeren Strich auf dem Papierstreifen hervor. Man begreift nun ohne Mühe, daß der Telegraphist durch eine sehr kurze (fast momentane) Herstellung des Stromes mit dem Stift i einen Punkt auf den Papierstreifen schreibt, durch eine etwas längere einen kurzen Strich, und durch eine noch etwas längere einen etwas längeren Strich. Die Vertiefungen auf dem Papierstreifen sind auf der anderen Seite desselben Erhöhungen, und gleichen hier in gewisser Beziehung der Schrift für die Blinden; sie können also auch von der anderen Seite gelesen werden. Die Punkte und Striche auf dem Papiere bezeichnen nun, wie wir später sehen werden, die sämmtlichen Buchstaben und Ziffern. Eine Querstange qq ist an das obere Ende des Sattels S befestigt. Sie hat 2 Schrauben u, an jeder Seite eine, welche höher und niedriger geschraubt werden können und dazu dienen, das Auf- und Niedergehen des Hebels hl zu regeln. Die Einrichtung ist so getroffen, daß der rechte Hebelarm mit der Armatur ar in seiner gehobenen Stellung nur $\frac{1}{8}$ Zoll über den Spiegeln ee des Elektromagnetes steht; der linke Hebelarm dagegen in seiner Senkung mit der Spitze seines Stiftes i nicht ganz $\frac{1}{8}$ Zoll unter der Walze w. Hierdurch werden die Bewegungen des Hebels hl erleichtert und eine größere Schnelligkeit der Auf- und Niederbewegungen möglich gemacht.

Das Räderwerk, welches dazu dient den Papierstreif ll unter der Walze w von der Rechten zur Linken fortzuziehen, gleicht dem Gangwerke einer Wanduhr in vielen Beziehungen. Es befindet sich zur Linken des senkrechten Brettes B. Ganz vorne befindet sich die Platte PP, welche fast den Längendurchschnitt einer Birne zeigt. Eine zweite Platte P'P' bildet die Hinterwand. Die Achsen aller Räder, Walzen und Scheiben ruhen mit ihren Enden in entsprechenden Aushöhlungen dieser beiden Platten und werden daher von denselben getragen. Das große Walzenrad 1 sitzt lose an der Achse x, das Sperrrad 2 und die Walze 3 sind an diese Achse befestigt. Figur 43 stellt die einzelnen Theile des Apparates mehr von vorne, als von der Seite gesehen dar, deshalb sind die Zähne an 1 und 2 deutlich zu sehen. An das Walzenrad 1 ist der Sperrkegel k festgeschraubt, welcher in eine Zahnlücke des Sperrrades 2 eingreift und dadurch

Digitized by Google

das letztere festhält. Die ebenfalls an das Walzenrad 1 befestigte Sperrfeder n hebt nämlich den Sperrkegel k links in die Höhe und bewirkt dadurch, daß derselbe das Sperrrad 2 nicht los läßt. Die Achse x, welche die Theile 1, 2 und 3 trägt, endet vorne in einen vierkantigen Dorn. Mit einem auf diesen Dorn gesteckten Schlüssel dreht man das Räderwerk auf, gerade so, wie man eine Taschenuhr aufdreht. Die Walze 3 und das Sperrrad 2, welche an der Achse festsitzen, drehen sich beim Aufdrehen des Räderwerkes mit um und zwar in der dem Pfeile entgegengesetzten Richtung. Das Walzenrad 1 dreht sich aber nicht mit, weil es lose auf der Achse x sitzt. Die Zähne des Sperrrades 2 gleiten bei ihrem Rundgange mit dem Rücken leicht unter dem Kegel k weg, weil die Sperrfeder n nicht zu stark drückt. Gehen aber Walze und Sperrrad, vom Gewichte gezogen, in der Richtung des Pfeiles rund, so muß das Walzenrad 1, mittelst des Kegels k und der Feder n vom Sperrrade gehalten, den Rundgang gleichmäßig mitmachen. In der Richtung des Pfeiles sich drehend, bewegen sich also die Theile 1, 2 und 3 gleichmäßig; in der umgekehrten Richtung (beim Aufdrehen des Werkes) bewegen sich blos Walze 3 und Sperrrad 2; das Walzenrad 1 steht dagegen still. Um die Walze 3 ist in vielen Windungen eine Schnur gelegt, welche das Gewicht g trägt. Von diesem Gewichte gezogen, bewegen sich die genannten Theile 1, 2 und 3 in der Richtung des Pfeiles. Das große Walzenrad greift nun in den Trieb des Rades 4 und in den Trieb des Rades 5. Rad 4 greift in den Trieb des massiven Cylinders 6, auf welchen von oben der Cylinder 7 drückt. Rad 5 greift in den Trieb der Scheibe 8. Wenn nun die Walze 6 sich in der Richtung des Pfeiles, also oben zur Linken dreht, so dreht sich die auf 6 drückende Walze 7 unten links, sie ziehen also in Folge des Druckes auf einander in dieser Bewegung den Papierstreifen 11 von der Rechten zur Linken zwischen sich durch. In so fern das Räderwerk einen gleichmäßigen Gang hat, wird auch der Papierstreifen 11 mit gleichmäßiger Geschwindigkeit zwischen den Walzen 6 und 7 durchgezogen.

Es ist jetzt noch der Vorrichtung zu gedenken, durch welche das Räderwerk des Telegraphen gehemmt wird, welche dasselbe zu jeder Zeit in Stillstand zu setzen vermag. Das große

Digitized by Google

Walzenrad 1 greift in den Trieb des Rades 5, dieses in den Trieb der Scheibe 8. Die Scheibe 8 wird also durch das Räderwerk in Bewegung gesetzt. Wenn dagegen die Scheibe 8 gewaltsam festgehalten wird, so hemmt sie das Räderwerk in seinem Laufe. Der Trieb der Scheibe 8 hemmt nämlich das Rad 5; der Trieb des Rades 5 hemmt das große Walzenrad 1, und so weiter. Ein in senkrechter Richtung beweglicher Hebelarm Hm senkt sich mit seinem abwärts gehenden Ende, wenn er nicht durch die Stange 9 gehoben wird, auf die Scheibe 8 und drückt durch seine Schwere so stark auf dieselbe, daß das Räderwerk dadurch in seinem Gange gehemmt wird. Der Hebel hl ist bei c, und der Hebelarm Hm bei v durchbohrt. Die Stange 9 geht durch beide bei c und v frei hindurch, ist aber über c und unter v mit einer Mutterschraube versehen. Die beiden Mutterschrauben bewirken einer Seits, daß die Stange 9 nicht hinabfalle, anderer Seits, daß der Hebel hl den Hebelarm Hm hinaufziehen kann. Ist der Hebel hl an seiner linken Seite durch die Feder rr hinabgezogen, so ruht der Hebelarm Hm mit seinem untern Fuße auf der Scheibe 8, hemmt also das Räderwerk, ist hingegen die Armatur ar angezogen, also der Hebel hl an seiner linken Seite gehoben, so hebt er hier vermittelst der Stange 9 den Hebelarm Hm, dieser läßt also die Scheibe 8 los und das Räderwerk setzt sich, durch das Gewicht g getrieben, in Bewegung. Der linke Arm des Hebels hl bleibt aber nicht immer in seiner erhöhten Stellung, beim Telegraphiren hebt und senkt er sich abwechselnd; der Hebelarm Hm hemmt jedoch nur dann das Räderwerk, wenn er andauernd auf die Scheibe 8 drückt. Wenn der Telegraphist in rascher Aufeinanderfolge etwa viermal den galvanischen Strom eine ganz kurze Zeit fließen, also die Armatur viermal nach einander eine ganz kurze Zeit anziehen und dadurch den Hebel Hm heben läßt, so setzt sich das Räderwerk schon in Bewegung. Bei dieser Operation ist der Strom auch viermal eine ganz kurze Zeit unterbrochen, der Hebel hl an seiner linken Seite gesenkt, der Hebelarm Hm drückt also auch viermal eine ganz kurze Zeit auf die Scheibe 8. Dieser unterbrochene Druck ist aber nicht mehr im Stande, das Räderwerk zu hemmen. Wenn nun beim Telegraphiren der galvanische Strom sehr oft nach einander hergestellt und unter-

Digitized by Google

brochen wird, der Hebelarm Hm also auch sehr oft gehoben und gesenkt wird, so vermag dieser den Gang des Räderwerkes nicht mehr aufzuhalten, dasselbe bewegt sich also ohne Unterbrechung und zieht den Papierstreifen 11 von der Rechten zur Linken fort. Wenn das Telegraphiren aufhört und der gesenkte Hebelarm Hm dann andauernd auf die Scheibe 8 drückt, so kommt das Räderwerk allmählig in Stillstand. Ist es abgelaufen, so muß es natürlich sogleich wieder aufgedreht werden, damit der Apparat im Stande sei, eine etwa ankommende Depesche sofort auf den Papierstreifen zu schreiben. Das Räderwerk kann übrigens, statt durch die Scheibe 8, durch einen Schieber angehalten werden, in einer ähnlichen Weise, wie der Schieber i bei den in §§ 15 und 17 beschriebenen Telegraphen den Lauf der Scheibe ss hemmt. Eine Weckerglocke muß in diesem Falle den Beamten jedes Mal benachrichtigen, daß telegraphirt werden soll, daß er also den eingesteckten Schieber auszuziehn und dadurch das Räderwerk in Gang zu setzen hat.

Wir kommen nun zu dem dritten Theile des Telegraphen, zu dem Schlüssel oder Unterbrechungs-Apparate. Auf der hölzernen Unterlage UU, Figur 44, erhebt sich die metallene Säule A. In einer Aushöhlung derselben befindet sich der Hebel HH um die feste Achse i. Die genannten Theile sind von Metall, also Leiter des galvanischen Stromes. Die beiden etwas ungleichen Arme des Hebels HH bewegen sich senkrecht auf und nieder. C ist ein Ambos, über dem der in den Hebel HH eingeschraubte Hammer L steht. Ambos und Hammer sind von Metall. An den unteren, durch die hölzerne Unterlage UU hindurchgehenden Theil des Ambosses ist das eine Ende des Leitungsdrahtes l festgeschraubt, an den unteren, ebenfalls durch die hölzerne Unterlage hindurchgehenden Theil der Säule A, das andere Ende des Leitungsdrahtes l. Die Feder F drückt den linken, längeren Arm des Hebels HH in die Höhe. Damit aber der Hammer L nicht zu hoch stehe, ist die Schraube d zur Rechten der Säule A etwas tief durch den rechten Arm des Hebels geschraubt und stämmt sich mit seinem unteren Ende gegen eine Unterlage U. Je tiefer die Schraube d geschraubt ist, desto höher steht der rechte, desto niedriger der linke Arm des Hebels HH. Es wird nun den beiden Hebelarmen ver-

Digitized by Google

mittelst der Schraube d eine solche Stellung gegeben, daß der Hammer L etwa ¼″ von dem Ambosse entfernt bleibt. Durch einen leichten Fingerdruck auf das linke Ende D des linken Hebelarmes wird der Hammer mit dem Ambos in metallische Berührung gebracht. Der galvanische Strom fließt dann durch den Leitungsdraht l von der linken Seite in den Ambos C, von diesem in den Hammer L, weiter durch den Hebel HH in die Säule A, von dem untern Ende der Säule A weiter in den Leitungsdraht l fort. Der Strom kann begreiflicher Weise auch in umgekehrter Richtung fließen. So wie der Telegraphist den Finger los läßt, geht der linke Hebelarm, von der Feder F gedrückt, wieder in die Höhe, der Hammer L verläßt den Ambos C, und der galvanische Strom ist unterbrochen. Wenn der Telegraph in Ruhe steht, so ist also der Strom allezeit unterbrochen, durch einen längern oder kürzern Fingerdruck kann er beliebig eine längere oder kürzere Zeit hergestellt werden.

Da nunmehr die drei Hauptttheile des amerikanischen Schreib-Telegraphen ausführlich besprochen sind, so bleibt uns noch übrig, die Leitung kennen zu lernen. Sie kann die in §§ 15 und 17 beschriebene sein, ist aber gewöhnlich in sehr abweichender Weise ausgeführt. Zu der besonderen Art der Leitung, welche von dem Telegraphen-Inspector Vail eingeführt ist, und welche wir hier betrachten wollen, gehören 2 Drähte. A und B stellen Figur 45 2 Stationen dar. Für beide ist nur eine Batterie nöthig; sie sei beispielsweise an der Station A aufgestellt und hier mit Bat. bezeichnet. Von dem Pole p′ der Batterie geht ein Draht zur Erdplatte E, von dem Pole p läuft ein zweiter aus, der sich bald in zwei theilt. Der eine geht um den Elektromagnet M, von da zu der Station B, hier durch den Schlüssel (Unterbrechungs-Apparat S′, von da zur Erdplatte E′. Der andere Draht an der Station A geht durch den Schlüssel S, von da zur Station B, hier durch den Elektromagnet M′, weiterhin geht er, mit dem vorgenannten vereinigt, zur Erdplatte E′. Der erste Leitungsdraht werde der Norddraht, der zweite der Süddraht genannt. Drückt nun der Telegraphist an der Station A den Drücker D nieder, so daß der Hammer L den Ambos C berührt, so fließt der galvanische Strom von dem Pole p der Batterie durch den Schlüssel S, von da weiter durch den Süddraht nach der näch-

Digitized by Google

sten Station, hier um den Elektromagnet M', der dadurch magnetisch wird und die Armatur anzieht. So wie er den Drücker D los läßt, ist der Strom durch den Schlüssel S unterbrochen, der Elektromagnet an der Station B verliert seine magnetische Anziehungskraft, die Armatur wird durch die Feder r r abgezogen. Wenn der Telegraphist den Drücker D niederdrückt, so fließt der Strom durch den Schlüssel S in den Süddraht; durch den Norddraht aber kann er nicht, weil dieser an der Station B durch den Schlüssel S' unterbrochen ist, indem jeder in Ruhe stehende Telegraph durch seinen Schlüssel den Strom unterbricht. Der Telegraphist in A wirkt also vermittelst Herstellung des galvanischen Stromes durch den Süddraht auf den Elektromagnet an der Station B. Der Telegraphist an der Station B vermag seiner Seits auf den Elektromagnet an der Station A zu wirken, d. h. ihn abwechselnd magnetisch zu machen und ihm die magnetische Anziehungskraft wieder zu nehmen. Wenn er nämlich den Drücker D seines Schlüssels S' niederdrückt, so fließt der galvanische Strom von dem Pole p der Batterie an der Station A um den Elektromagnet M' an derselben Station, von da durch den Norddraht nach der Station B, hier durch den Schlüssel S', der bei niedergehaltenem Drücker D den Durchgang des Stromes gestattet, von dem Schlüssel S' zur Erdplatte E'. Durch diesen Strom wird nun der Elektromagnet M an der Station A magnetisch und zieht die Armatur a r an. So wie der Telegraphist an der Station B den Drücker D seines Schlüssels S' los läßt, wird dieser Strom durch den Norddraht unterbrochen, der Elektromagnet M hört auf magnetisch zu sein, die Armatur a r wird durch die Feder r r wieder abgedrückt. Es braucht nicht erst bemerkt zu werden, daß dieselben Theile in den beiden Telegraphen an den Stationen A und B auch durch dieselben Zeichen bezeichnet werden.

Es bleibt nun noch übrig, dem Leser die Zeichen des amerikanischen Alphabetes vorzuführen, er wird dann das Telegraphiren von Station zu Station bei der eben angegebenen Leitung ohne Mühe begreifen. Wäre nämlich A Endstation zur Linken, B Zwischenstation, so müßte letztere rechts neben dem elektromagnetischen Apparate noch einen zweiten eben solchen aufgestellt haben, mit welchem sie nach der nächsten Station zur

Digitized by Google

Rechten telegraphiren könnte, u. s. w. Sobald der **Telegraphist** an der Station A etwa 4mal seinen Drücker rasch nach einander niederdrückt, setzt sich das Uhrwerk an der Station **B** in Gang, die Walzen 6 und 7 fangen an, sich zu bewegen, und der Papierstreifen wird von der Rechten zur Linken durch sie hindurch geschoben. Durch ein ganz kurzes (fast momentanes) Niederhalten des Drückers D wird der Stift i gegen das sich bewegende Papier geschnellt und dadurch ein Punkt in dasselbe eingedrückt, durch ein doppelt so langes Niederhalten des Drückers D wird ein kurzer Strich auf dem Papierstreifen hervorgebracht, durch ein 4mal so langes Niederhalten ein langer Strich, durch ein 6mal so langes Niederhalten ein noch längerer Strich. Der Punkt bezeichnet den am häufigsten vorkommenden Vokal **e**, der kurze Strich den Buchstab t, der lange den Buchstab l, der noch längere Strich bezeichnet die Ziffer 0. Durch die Zusammensetzung dieser vier Zeichen werden alle Buchstaben und Ziffern gebildet. Es ist dabei aber auf die leeren Zwischenräume zwischen den Punkten und Strichen eines zusammengesetzten Zeichens, so wie auf die zwischen den einzelnen Zeichen zu achten. Wenn der Drücker drei mal so lange losgelassen wird, als nöthig ist, um einen Punkt zu machen, so ist das ein kurzer Zwischenraum; wenn er aber 6mal so lange losgelassen wird, so gibt das einen langen Zwischenraum; wird er noch länger losgelassen, so bewirkt das einen noch längern Zwischenraum. Eine äußerst sinnreich geordnete Zusammenstellung dieser Punkte und Striche mit kürzeren oder längeren Zwischenräumen bildet die Zeichen für das Alphabet und die Ziffern. Jedes Zeichen bezeichnet also einen Buchstaben oder eine Ziffer. Der Zeichen gibt es im Ganzen 36; es sind folgende:

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
·–	–···	·· ·	–··	·	·–·	––·	····	··	–·–·	–·–	——	––	–·	· ·	·····

Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	et	1	2	3	4
··–·	· ··	···	–	··–	···–	·––	·–··	·· ··	··· ·	· ···	·––·	··––··	···–·	····–

5	6	7	8	9	0
–––	······	––··	–····	–··–	———

Eine telegraphische Depesche folgenden Inhalts: „Der Aufstand in Paris ist unterdrückt," würde demnach auf den Papierstreifen in folgender Weise geschrieben werden:

D	e	r	A	u	f	s	t	a	n	d	i	n	P	a	r	i	s	i	s	t	u
–··	·	· ··	·–	··–	·–·	···	–	·–	–·	–··	··	–·	·····	·–	· ··	··	···	··	···	–	··–

n	t	e	r	d	r	u	c	k	t
–·	–	·	· ··	–··	· ··	··–	·· ·	–·–	–

Digitized by Google

Um zu bezeichnen, daß ein Wort zu Ende ist, läßt man einen langen Zwischenraum; um anzugeben, daß der Satz aufhört, braucht man einen noch längern Zwischenraum. Die häufiger vorkommenden Buchstaben werden durch einfachere Zeichen wiedergegeben. Der amerikanische Telegraph erfordert zwar geschicktere Telegraphisten, es ist dagegen auch nicht so leicht ein Mißverständniß möglich, denn, wenn auch Ein Zeichen unrichtig gegeben wird, so bleiben doch alle übrigen verständlich. Wenn dagegen auf den Zeiger-Telegraphen ein Buchstabe unrichtig bezeichnet wird, so tritt eine völlige Verwirrung ein. Der Strom ist unterbrochen, so lange der Telegraph in Ruhe steht, die Batterien leisten also eine längere Zeit ihre Dienste. Ein erheblicher Vortheil ist, daß die Telegraphisten, vorausgesetzt, daß das Uhrwerk nicht erst durch Ausziehen eines Schiebers in Gang zu setzen ist, an der Station nicht immer bei ihrem Apparate anwesend zu sein brauchen, indem der Telegraph ohne ihr Zuthun die Depesche auf den Papierstreifen schreibt, sie also denselben nachher nur abzuschneiden brauchen. Dazu sind die einzelnen Theile des Telegraphen, namentlich der Schlüssel, von der größten Einfachheit. Soll eine Telegraphen-Linie mit Apparaten der angegebenen Construction auch zur Nachtzeit benutzt werden, so möchte eine Weckerglocke nicht zu entbehren sein.

Die Stange 9, Figur 43, ist verlängert bis unter die Unterlage UU. Da, wo sie die Scheibe 8 treffen würde, theilt sie sich auseinander und läßt die Scheibe mitten durch. Die Stange 10 trägt den Hebel ii, welcher bei u gehalten wird. Wenn nun die Stange 9 mit dem linken Arme des Hebels hl niedergeht, so schlägt der an das linke Ende des Hebels ii gelöthete Hammer oben an die Glockenwand; wenn dagegen die Stange 9 mit dem linken Arme des Hebels hl in die Höhe geht, so schlägt der Hammer unten an die Glockenwand. So lange der Hebel hl sich auf und nieder bewegt, läutet die Glocke; sobald aber ihr Läuten überflüssig geworden, zieht der Beamte sie mittelst der Handhabe n nach der linken Seite hin, wodurch der Hammer aus der Wölbung der Glocke hinaus geschoben wird. Statt dieses höchst einfachen Werkes könnte übrigens auch der in § 16 beschriebene in die Leitung eingeschaltet werden.

Digitized by Google

§ 20. Der Magnet-Telegraph.

Der Magnet-Telegraph, welcher hier beschrieben werden soll, ist von dem Mechaniker Bain aus Edinburg hergestellt worden und in Oesterreich zur praktischen Anwendung gekommen. Er befindet sich (Vgl. Dr. A. Poppe's Telegraphie), wie die meisten anderen Telegraphen-Apparate in einem kleinen viereckigen oder runden Kasten. Die Figur 46 stellt ihn mit weggenommenem oberen Deckel dar, so daß man seine innere Zusammensetzung deutlich sehen kann. Der bewegliche, aus 2 getrennten halbkreisförmigen Magneten bestehende Ring RR, die beiden Wellen C und D, die drehbare Achse a, der Verbindungsarm vv und der Zeiger z, welche beide an die Achse a befestigt sind, so wie endlich das kleine Zifferblatt, auf dem die Buchstaben r und l zu sehen sind, bilden den Sprech-Apparat. Vor demselben, in dem viereckigen Raume zwischen A und A, ist der Commutator angebracht, d. h. der Apparat, welcher dazu dient, den Strom bald in dieser, bald in der entgegengesetzten Richtung fließen zu lassen. p und p' bezeichnen die beiden Pole der Batterie B. Der Ring RR besteht, wie gesagt, aus 2 getrennten, halbkreisförmigen Magneten, deren gleichnamige Pole einander zugekehrt sind. Sie werden durch den Verbindungsarm vv zusammengehalten. Mit der beweglichen Achse a drehen sich dieser Arm, der Zeiger z, und der Ring RR gleichmäßig um; jedoch legen alle 3 Theile bei ihrer Bewegung nicht ganz die Strecke einer Viertelumdrehung zurück. Um die beiden Wellen C und D, welche etwas hervorragende Ränder haben, ist in vielen Windungen ein isolirter Kupferdraht gelegt. Der Draht geht von der Messingplatte h zunächst an der vorderen Seite der Welle C hinauf über diese fort, an der hinteren Seite wieder hinab, u. s. w. Zuletzt geht er von unten an der vorderen Seite der Welle C hinauf bis zur Welle D. Hier geht er in umgekehrter Richtung um dieselbe, d. h. zunächst an der hinteren Seite hinauf, über dieselbe nach vorn und dann an der vorderen Seite hinab, u. s. w. Während also bei C der Draht von vorn nach hinten herumgewunden ist, ist er bei D in umgekehrter Richtung herumgelegt. Der Strom geht also auch jedes Mal in entgegengesetzter Rich-

Digitized by Google

tung um die beiden Wellen C und D. Dieses ist nöthig, weil er die obere und untere Hälfte des Ringes in der entgegengesetzten Richtung zu drehen hat. Soll sich der Ring in der Richtung des Pfeiles bewegen, so rückt er unten von der Rechten zur Linken, dagegen oben von der Linken zur Rechten fort. Durchfließt der galvanische Strom den Draht in der Richtung der Pfeile (Figur 46), so wird der bewegliche Ring RR oben zur Rechten abgelenkt, so daß also der Zeiger z auf r zu stehen kommt; nimmt er seinen Weg in umgekehrter Richtung durch den Draht, so wird der Ring links abgelenkt, so daß der Zeiger auf l kommt. Die beiden Hälften des Ringes sind nämlich Magnete, welche von dem galvanischen Strom genau dieselben Einwirkungen erleiden, welche an der Magnetnadel sichtbar werden. Die Kraft also, vermöge deren die strömende Elektricität dem frei beweglichen Magnete eine veränderte Lage gibt, ist das wirkende Agens, wodurch dieser Telegraph in Thätigkeit gesetzt wird.

In der bogenförmigen Holzplatte ii des Commutators sind die Messingplatten a und b, c und d, e und f, g und h eingesenkt; g und h sind länger als die andern, c und d durch ein messingenes Mittelstück stets in metallischer Verbindung. Die Figur stellt die Messingplatte etwas dunkeler dar, während die oben sichtbaren Theile der Holzplatte weiß gelassen sind. Die Platte a ist mit f, und b mit e durch je einen Metallstreifen in Verbindung. An die um die Achse x drehbare Handhabe H sind 2 andere, lange, bogenförmige Metallstreifen gelöthet. Alle 4 Metallstreifen sind schwarz gezeichnet. Die beiden letzgenannten langen Streifen berühren mit ihren Enden links die Messingplatten e und f, rechts g und h. Da sie bogenförmig sind und in der Mitte höher stehen, so können sie blos mit ihren Enden die Platte berühren. Der galvanische Strom fließt nun z. B. von dem Pole p der Batterie in der Richtung des Pfeiles durch den Draht bis zur Klemmschraube m, von da durch den Draht weiter bis zur Messingplatte a, von da durch den Metallstreifen nach der Platte f, von f durch den langen oberen Metallstreifen nach h, von hier durch den Draht weiter, erst in vielen Windungen um die untere Welle C, dann hinauf um die obere Welle D, von da zur Klemmschraube o, von hier durch

den Leitungsdraht l nach der nächsten Station; an dieser in derselben Weise durch den telegraphischen Apparat und die Batterie, weiter durch den Leitungsdraht l' zurück in die Klemmschraube k, von k nach der langen Messingplatte g, dann durch den unteren langen Metallstreifen nach e, von e nach b, von b nach der Klemmschraube r, von da endlich zum Pole p' der Batterie B zurück, u. s. w. Schiebt nun der Telegraphist die Handhabe H nach der linken Seite, so daß sie sich eben so viel links befindet, als die Figur sie in der Lage zur Rechten darstellt, so berühren die angelötheten, langen Metallstreifen links die Platten a und b und rechts die Platten g und h. Fließt nun der galvanische Strom abermals von dem Pole p der Batterie aus, so gelangt er erst nach m, dann nach a. Von hier kann er zwar durch den Metallstreifen nach f, aber von f nicht weiter kommen. Er nimmt demnach seinen Weg durch den unteren langen Metallstreifen, gelangt durch denselben nach g, von da nach k, von k geht er durch den Leitungsdraht l' bis zur nächsten Station, hier durch den Telegraphen, die Batterie, weiter durch den Leitungsdraht l zurück bis zur Klemmschraube o, dann um D und C nach h, von h durch den oberen langen Metallstreifen nach b, von b nach r und endlich von r nach dem Pole p' in die Batterie zurück, u. s. w. Bei dieser umgekehrten Richtung des Stromes wird der Ring RR oben nach der linken Seite abgelenkt und der Zeiger z kommt auf l zu stehen. Die Achse a ist nach oben verlängert und trägt an ihrem oberen Ende einen, in der Figur unsichtbaren, Magnet, welcher keine Einwirkung von dem elektrischen Strome erleidet. Sobald dieser (der Strom) unterbrochen wird, nimmt der Zeiger, der Richtung dieses Magnetes folgend, genau die mittlere Lage zwischen l und r ein. Der Strom fließt also, wenn die Handhabe H zur Rechten gestellt wird, durch den Draht, der zwischen beiden Wellen sichtbar ist, von unten nach oben in der Richtung des Pfeiles; wird dagegen die Handhabe in ihre Lage zur Linken geschoben, so fließt der Strom von oben nach unten durch diesen Draht. Im ersten Falle wird der Ring RR oben zur Rechten abgelenkt, im zweiten Falle zur Linken. Gleichmäßig mit dem Ringe dreht sich auch der Zeiger z im ersten Falle zur Rechten auf r, im zweiten Falle zur Linken auf l.

Digitized by Google

Wenn die Handhabe H ihre mittlere Lage einnimmt, so ist der galvanische Strom der Batterie B unterbrochen, die Batterie also geöffnet. In diesem Falle berühren nämlich die linken Enden der langen Metallstreifen die Messingplatten c und d, die rechten g und h. Der Strom geht von dem Pole p der Batterie nach m, von m nach a, von a mittelst des Metallstreifens nach f. Hier kann er nicht weiter. Ganz in derselben Weise kann die Elektricität von dem Pole p' wohl bis r gelangen, auch von da noch nach b, von b durch den Metallstreifen nach e, von hier aber nicht weiter. Sobald also die Handhabe in der Mitte steht, ist der Strom unterbrochen, der Telegraph ist in Ruhe, der Zeiger steht genau mitten zwischen l und r. Bei dieser Lage kann aber der elektrische Strom der nächsten Station den Telegraphen recht gut in Thätigkeit setzen. Tritt er z. B. aus dem Leitungsdrahte l bei o in den Apparat, so geht er von da um D herum, dann um C, dann nach h, von h durch den langen, oberen Metallstreifen nach d, von d durch den kurzen Verbindungsstreifen (das kurze messingene Mittelstück) nach c, von c durch den langen unteren Metallstreifen nach g, von g nach k, von k durch den Leitungsdraht l zur nächsten Station u. s. w. Der Telegraphist an der nächsten Station kann ihm mittelst seines Commutators auch die umgekehrte Richtung geben, ganz in derselben Weise, wie der Telegraphist an dem Apparate, den die Figur darstellt.

Die Handhabe H wird durch 2 Spiralfedern, s und s, in ihrer mittleren Lage festgehalten. Wenn der Telegraph arbeiten soll, so muß sie von dem Beamten rechts und links geschoben werden. Die Zeichnung (Figur 46) stellt sie in ihrer Lage zur Rechten dar, so daß die Windungen der linken Spiralfeder auseinandergeschoben, die der rechten dagegen nahe zusammenliegend erscheinen.

Der Zeiger z wird an dem Apparate der sprechenden, so wie der angeredeten Station, so fern beide in derselben Drahtleitung liegen, von dem Telegraphisten beliebig auf l und r abgelenkt. Mit diesen Zeichen bildet man die Buchstaben und Wörter auf eine ganz ähnliche Weise, wie Morse dieselben aus dem kurzen und langen Striche bildete. Im folgenden Paragraphen wird ein solches aus den Zeichen l und r zusammen-

Digitized by Google

gesetztes Alphabet angegeben werden. Des leichteren Verständnisses wegen sind die Buchstaben in 2 Colonnen geordnet, deren linke mit l, deren rechte aber mit r beginnt.

Eine Weckerglocke ist bei diesem Apparate sehr leicht anzubringen. Denkt man sich die Achse a nach unten verlängert und mit einem kurzen Arme versehen, welchen sie an ihrem unteren Ende rechtwinkelig von sich streckt, und diesen Arm in der Wölbung einer auf die Seite gestellten Glocke befindlich, so ist die Weckerglocke fertig.

§ 21. Ein anderer Magnet-Telegraph.

Die einfachste Form des Magnet-Telegraphen ist Figur 47 dargestellt. Es ist ein Telegraph mit einer Magnetnadel, welcher deshalb auch Nadel-Telegraph genannt wird. Um einen Rahmen RR, der beider Seits einen erhöhten Rand hat, ist in vielen Windungen ein isolirter Kupferdraht gelegt. Figur 19 stellt die Seitenansicht des Rahmens, Figur 47 die Ansicht des ganzen Telegraphen von oben gesehen dar. Eine bewegliche Achse aw, Figur 19, geht durch den Rahmen und trägt in ihrer Mitte die Magnetnadel st. Wenn der Strom durch die Windungen des Kupferdrahtes fließt, so wird diese an ihrem oberen Ende, Figur 19, rückwärts abgelenkt, oder in umgekehrter Richtung nach vorne hin. Die Achse aw geht durch den Rahmen und trägt an dem linken Ende den Zeiger z. Dieser Zeiger bewegt sich durchaus gleichmäßig mit der Nadel st, er dreht sich also, Figur 47, bald zur Linken, bald zur Rechten, gerade so wie der Zeiger auf dem, § 20 beschriebenen, Magnet-Telegraphen. Jenachdem nun der Strom vermittelst eines (ebenfalls im § 20 beschriebenen) Commutators von der einen oder anderen Seite durch die Drahtwindungen fließt, wird der Zeiger auch nach der einen oder anderen Seite hin abgelenkt. Die übrigen zugehörigen Theile des Telegraphen können hier als hinlänglich bekannt übergangen werden. Die Bewegungen der Nadel st zur Rechten oder zur Linken, Figur 47, werden durch 2 Stifte h und e geregelt, welche rechts und links neben ihr angebracht sind. Es wird durch dieselben bewirkt, daß st rechts und links stets gleich weit abgehe und nicht über 25° ausschlage. Eine Folge hier-

Digitized by Google

von ist, daß auch der Zeiger z allemal gleich weit zur Rechten und zur Linken rückt und dort auf bestimmte Zeichen zu stehen kommt. (Der Magnet könnte auch durch eine Stange aus weichem Eisen ersetzt werden.) Dieser einfache Nadel-Telegraph wurde von Wheatstone und Cooke zuerst auf der Bahn zwischen London und Blackwall in Thätigkeit gesetzt. Aus den beiden Abweichungen des Zeigers zur Linken und zur Rechten können 25 Zeichen zusammengesetzt werden. Wenn l eine Abweichung zur Linken und r eine solche zur Rechten bezeichnet, gerade so, wie bei dem vorigen Magnet-Telegraphen, so können die 25 Zeichen folgende sein:

rl — a	rlrr — f	lrlr — l	rllr — q	lllr — v
rll — b	lll — g	rrrl — m	rrll — r	llrl — w
lrrr — c	rrlr — h	rrr — n	llr — s	lrll — x
rrl — d	lr — i	lrr — o	lrl — t	rlll — z
r — e	llrr — k	lrrl — p	rlr — u	

l — * (Zeichen, daß ein Wort zu Ende ist.)

§ 22. Ein dritter Magnet-Telegraph.

Er ist ein Nadel-Telegraph, von welchem Figur 48 die obere Ansicht darstellt, und mit zwei Nadeln versehen, hat also auf seinem in der Figur sichtbaren Zifferblatte zwei Zeiger. Er ist aus zwei Apparaten der vorigen Art zusammengesetzt, bedarf also zweier Batterien, zweier Commutatoren und einer doppelten Leitung. Die Zeiger werden in der Weise in Bewegung gesetzt, welche in den §§ 20 und 21 angegeben ist, haben auch ganz ähnliche Hemmungen h und l, welche ihre Bewegungen regeln, wie bei dem Telegraphen mit einer Nadel. Die Buchstaben und Ziffern werden von Wheatstone in folgender Art bezeichnet:

A, zwei Bewegungen der linken Nadel zur Linken.

B, drei Bewegungen der linken Nadel zur Linken.

C und 1, zwei Bewegungen der linken Nadel; die erste zur Linken, die zweite zur Rechten.

D und 2, zwei Bewegungen der linken Nadel; die erste zur Rechten, die zweite zur Linken.

E und 3, eine Bewegung der linken Nadel zur Rechten.

F zwei Bewegungen der linken Nadel zur Rechten.

G drei Bewegungen der linken Nadel zur Rechten.
H und 4, eine Bewegung der rechten Nadel zur Linken.
I, zwei Bewegungen der rechten Nadel zur Linken.
K, drei Bewegungen der rechten Nadel zur Linken.
L und 5, zwei Bewegungen der rechten Nadel; die erste zur Rechten, die zweite zur Linken.
M und 6, zwei Bewegungen der rechten Nadel; die erste zur Linken, die zweite zur Rechten.
N und 7, eine Bewegung der rechten Nadel zur Rechten.
O, zwei Bewegungen der rechten Nadel zur Rechten.
P, drei Bewegungen der rechten Nadel zur Rechten.
Q wird durch K ersetzt.
R und 8, eine Bewegung beider Nadeln zur Linken.
S, zwei Bewegungen beider Nadeln zur Rechten.
T, drei Bewegungen beider Nadeln zur Linken.
U und 9, zwei parallele Bewegungen beider Nadeln; die erste zur Rechten, die zweite zur Linken.
V und 0, zwei parallele Bewegungen beider Nadeln; die erste zur Linken, die zweite zur Rechten.
W, eine parallele Bewegung beider Nadeln zur Rechten.
X, zwei parallele Bewegungen beider Nadeln zur Rechten.
Y, drei parallele Bewegungen beider Nadeln zur Rechten.
Z wird durch S ersetzt.
* oder das Zeichen, daß ein Wort zu Ende ist, eine Bewegung der linken Nadel zur Linken.

Dieser Telegraph rührt ebenfalls von Wheatstone her. Man gebraucht in England auch Telegraphen mit drei und mehreren Zeigern und bringt Leitungen mit mehreren (3, 4 und 5) Drähten in Anwendung.

§ 23. Der Signal-Telegraph.

An den Eisenbahnen, wie z. B. an der Köln-Mindener, sind in mäßigen Zwischenräumen sogenannte **Telegraphen** aufgestellt. Ein solcher Telegraph besteht aus einer gegen 20′ hohen Stange, welche an ihrem obern Ende mit 2 Armen versehen ist. Jeder Bahnwärter kann mittelst einer Schnur und einer Rolle einen oder auch beide Arme in die Höhe ziehen. Diese

Digitized by Google

Telegraphen dienen dazu, den Abgang des Wagenzuges von einer Station bis zur andern anzuzeigen. Geht der Zug in der Richtung von Deutz nach Minden, so werden beide Arme aufgezogen, im umgekehrten Falle nur einer. Bei der Abfahrt des Wagenzuges von Deutz werden also, an allen diesen Telegraphen bis zur nächsten Station Mühlheim beide Arme aufgezogen; dagegen wird bei dem Abgange eines Zuges von Minden in umgekehrter Richtung an allen Telegraphen bis zur nächsten Station Porta nur ein Arm in die Höhe gerichtet. Diese einfachen optischen Telegraphen sind zur Nachtzeit und bei sehr trübem Wetter nutzlos, deshalb hat man gegenwärtig, z. B. an der Köln-Mindener Eisenbahn, die elektromagnetischen Läutewerke aufgestellt, welche weder von der Tageszeit noch von der Witterung abhängig sind, außerdem auch wegen der Schnelligkeit des elektrischen Stromes fast gleichzeitig von der Abgangsstation bis zu derjenigen, wo der Zug zuerst hält, in Thätigkeit gesetzt werden können. Da sie die Signale geben, daß der Zug von der Station abfährt, so werden sie mit Recht Signal-Telegraphen genannt.

Die innere Einrichtung des Signal-Telegraphen gleicht in jeder Beziehung dem Gangwerke der Wanduhr. Dem Leser wird die folgende Beschreibung desselben um so verständlicher erscheinen, je mehr er mit diesem bekannt ist. Die 49. Figur stellt die Vorder-, die 50. die Seitenansicht des Läutewerkes dar. Dieselben Buchstaben und Ziffern bezeichnen in beiden Figuren dieselben Theile. PPPP bezeichnet (Figur 49) den Umriß der vorderen Eisenplatte, P′P′ (Figur 50) die hintere. Beide Platten sind durch 4 starke Querstangen mit einander verbunden, deren Stellung in dem Umriß der vorderen Platte durch 10, 11, 12 und 13 angedeutet worden. Da die 50. Figur die Ansicht des Werkes von der linken Seite gibt, so sind dort nur die Stangen 10 und 11 sichtbar. Vier um sich selbst drehbare Achsen ruhen mit ihren Enden in den beiden Platten. Die Stellung der mittleren Hauptachse wird in der 49. Figur durch 7 bezeichnet. An dieselbe sind (Figur 50) die Walze ww, das Sperrrad ss und die Scheibe vv befestigt; lose um dieselbe sitzt, unmittelbar hinter dem Sperrrade, das große Walzenrad rr. Es streckt von seinem Umfange in gleicher Entfernung von einander 12 Zapfen wage-

Digitized by Google

recht nach hinten von sich. In der Figur 49 ist von der Walze ww gar nichts sichtbar, von dem Sperrrade ss können nur die Zähne und von dem großen Walzenrade rr der äußere Umfang gesehen werden. Dagegen zeigt sie deutlich die Sperrfeder 6, welche den Sperrkegel 5 links in die Höhe hebt, so daß er an der rechten Seite in eine Zahnlücke des Sperrrades ss eingreift. Sperrfeder 6 und Sperrkegel 5 sind an das große Walzenrad befestigt, letzterer an eine (in der Figur nicht sichtbare) Speiche des Walzenrades. Dreht sich also das Sperrrad ss oben zur Linken, in der Richtung des darüber stehenden Pfeiles, so muß das Walzenrad rr dieselbe Bewegung mitmachen. Die mittlere Hauptachse, deren Vorderende durch 7 bezeichnet ist, endigt vorne in einen vierkantigen Dorn. Mittelst eines auf diesen Dorn gesteckten Schlüssels wird das Werk vom Bahnwärter aufgedreht. Beim Aufdrehen bewegt sich das Sperrrad oben zur Rechten, also in der entgegengesetzten Richtung des Pfeiles. In diesem Falle gleitet der Sperrkegel 5 leicht über die Zähne des Sperrrades hinweg, so daß das Walzenrad rr die Bewegung nicht mitmacht, sondern nebst dem übrigen Räderwerke stille steht. An die Walze ww (Figur 50) ist vorne eine Schnur befestigt, welche in vielen Windungen um dieselbe gelegt ist. In der Figur 49 sieht man, wie das hintere Ende dieser Schnur sch rechts in die Höhe geht, hier über eine Rolle R geführt ist und das schwere Gewicht p trägt. Von diesem Gewichte gezogen bewegen sich also Walze ww, Sperrrad ss, Walzenrad rr und Scheibe vv gleichmäßig, oben zur Linken, in der Richtung des Pfeiles. An die mittlere Hauptachse ist hinter dem Walzenrade (Figur 50) die Scheibe vv befestigt, welche einen Einschnitt hat, der sich genau oben befindet, wenn das Werk in Ruhe steht. Da sie mit dem Sperrrade denselben Durchmesser hat, so ist sie in der Figur 49 ganz durch dasselbe verdeckt. In dem hintern Theile des Werkes befindet sich (Figur 49) ein Hebel eo, der bei 5 unterstützt ist. Von seinem linken Ende e sendet er eine kleine Stange senkrecht nach oben, welche letztere von ihrem oberen Ende einen Haken 2 wagerecht nach vorne ausstreckt. Die 50. Figur zeigt diesen Haken deutlicher. Der linke Arm des Hebels eo (Figur 49) ist viel länger, als der rechte; er würde also durch seine Schwere niederfallen, wenn der rechte nicht durch

den Haken h festgehalten würde. cd ist ein zweiter bei k' unterstützter Hebel (Figur 49). Von seinem linken Ende c und von der mit 3 bezeichneten Stelle streckt er 2 kleine Platten rechtwinklig nach vorne aus. Die von 3 ausgestreckte liegt (im Stande der Ruhe) in dem, in der Figur 49 nicht gezeichneten, oberen Einschnitte der Scheibe vv. Wenn das ist, so hat der Hebel cd die wagerechte Lage, welche nöthig ist, um das Werk in seinem Laufe zu hemmen. Die kleine Platte 4 (Figur 49) am linken Ende c drückt dann gegen die Platte 1 (Figur 50), welche von der Stange ii unten rechtwinklig nach hinten ausgestreckt wird. Wir begegnen hiermit der ersten Hemmung des Werkes, welche verhindert, daß Scheibe vv, Walzenrad, Sperrrad und Walze, vom Gewichte p gezogen, sich rund drehen. Wenn aber der linke Arm des Hebels eo niederfällt, so zieht er mit seinem Haken 2 auch den linken Arm des Hebels cd nieder; die Platte 4 verläßt die Platte 1 an dem untern Ende der Stange ii und die Hemmung hört auf.

Die drehbare Achse ql (Figur 50) liegt zur Linken der mittleren Hauptachse und parallel mit ihr, sie verdeckt letztere in der 50. Figur, in der 49. ist von ihr nur der Trieb x sichtbar. In diesen Trieb, der an der Achse ql ziemlich weit nach hinten sitzt, greift das Walzenrad rr ein. Vorn an dieser Achse sitzt das große Kammrad r'r'. Da es (Figur 49) vor dem Walzenrade rr liegt, so ist es an 2 Stellen unterbrochen, um die anderen Theile der Figur 49 nicht zu verdecken. Trieb x und Kammrad r'r' drehen sich also gleichmäßig mit der Achse ql. Das Kammrad r'r' greift in den Trieb u'. Dieser Trieb sitzt (Figur 50) vorne an der Achse bk. In dem hinteren Theile des Werkes sendet diese Achse 2, in beiden Figuren sichtbare Stangen i und i aus, die eine senkrecht nach oben, die andere senkrecht nach unten. Beide strecken, Figur 50, eine kleine Platte 1 rechtwinklig nach hinten von sich. Diese kleine Platte liegt (Figur 49) genau links neben der kleinen Platte 4, welche der Hebel cd von seinem linken Ende c rechtwinklig nach vorne ausstreckt. Das große Walzenrad rr bewegt sich, vom Gewichte p getrieben, in der Richtung des Pfeiles, also oben zur Linken. Es greift in den Trieb x, Trieb x und Kammrad r'r' bewegen sich also in umgekehrter Richtung, also oben zur Rechten. Kamm-

Digitized by Google

rad r′r′ greift in den Trieb u′; Trieb u′ und die beiden Stangen i i bewegen sich also wieder oben zur Linken, folglich in der Richtung des Walzenrades. Die untere Stange i dreht sich also bei der beginnenden Bewegung des ganzen Gangwerkes zur Rechten. Ihre kleine Platte 1, welche links neben der kleinen Platte 4 liegt, wird also durch diese an ihrer Bewegung gehindert. Durch die Platten 1 und 4 wird also das Werk in seinem Laufe gehemmt. An dem hintern Ende der Achse bk (Figur 50), noch hinter der Platte P′P′, ist die Windfahne ff sichtbar, welche dazu dient, dem Räderwerke einen regelmäßigen Gang zu verleihen.

Der Hebel eo, Figur 49, wird an seiner rechten Seite von dem Haken h festgehalten. Wenn der Haken h ihn losläßt, so fällt der linke Arm es vermöge seiner größeren Schwere nieder. Er zieht in diesem Falle, vermittelst seines Hakens 2, auch den Hebel cd an der linken Seite nieder; die Platte 3 des letzteren verläßt den Einschnitt der Scheibe vv und die Platte 4 desselben wird aus ihrer Lage neben der Platte 1 (der untern Stange i) hinabgezogen, die Hemmung hört auf, und das Räderwerk setzt sich, vom Gewichte p getrieben, in Gang.

Wir müssen nun untersuchen, wodurch der Haken h genöthigt wird, den Hebel eo an der rechten Seite los zu lassen. a und e′ sind 2 Stangen, welche in der Richtung der übrigen Achsen liegen. Die 51. Figur stellt dieselben von der rechten Seite gesehen dar. Die untere Stange aa ist die Armatur, welche von dem Elektromagnete m angezogen wird, wenn derselbe durch den elektrischen Strom magnetisch geworden ist. Die Achse e′e′ ist beweglich, wenn die Armatur aa (Figur 49) unten angezogen wird, sich also zur Linken bewegt, so geht der Haken h oben zur Rechten und läßt also den Hebel eo los. Er läßt ihn nun gerade so oft los, als der elektrische Strom durch die Drahtgewinde des Elektromagnetes m fließt.

Die beiden Arme des Hebels vun (Figur 49) bilden einen stumpfen Winkel. Bei u sitzt er an der Achse ty (Figur 50). Der linke Arm vu (Figur 49) liegt, wenn das Werk in Ruhe steht, auf einem der 12 Zapfen, welche das Walzenrad rr (Figur 50) nach hinten ausstreckt. Dreht sich das Walzenrad in der Richtung des Pfeiles, so wird dieser linke Arm mittelst des Zapfens gehoben, dadurch der rechte un gesenkt, dadurch

Digitized by Google

der senkrechte Draht nx' (Figur 50 und 49) niedergezogen. Dieser Draht geht oben aus dem Bahnwärterhäuschen hinaus. m' (Figur 50) bezeichnet die Stelle einer wagerechten Stange. An ihrem vordern, in der Figur 50 sichtbaren, Ende schickt sie die Stange m'k abwärts, welche unten den schweren Hammer k trägt; von ihrem hinteren nicht sichtbaren Ende streckt sie wagerecht nach vorne den Arm m'x' aus. Wenn nun der Draht nx' diesen Arm bei x' nieder zieht, so macht der Hammer eine bogenförmige Bewegung zur Linken; wenn dagegen der Draht aufhört zu ziehen, so geht der Arm m'x' bei x' wieder in die Höhe und der Hammer k fällt in Folge seiner eigenen Schwere gegen die Glocke g. Wenn das Walzenrad rr sich einmal rund dreht, wird der linke Hebelarm vu (Figur 49) durch die Zapfen 12mal gehoben, die Glocke ertönt demnach 12mal. So wie das Walzenrad rr von seinem Umfange 12 Zapfen rechtwinklig nach hinten ausstreckt, so streckt auch die Scheibe vv einen Zapfen rechtwinklig nach hinten aus. Derselbe sitzt zwischen dem Mittelpunkte und Umfange der Scheibe, jedoch dem letzteren näher. In der Figur 50 ist er zu tief gezeichnet. Er liegt in gleicher Höhe mit der Achse ql und zwar vor derselben. In der 49. Figur ist seine richtige Stellung durch den Punkt 8 bezeichnet. Wenn das Walzenrad rr $\frac{3}{4}$ Umdrehung zurückgelegt hat, so steht der Zapfen 8 senkrecht nach oben. In dieser Stellung angekommen, hat er den linken Arm des Hebels eo in die Höhe gehoben. Der Haken 2 an seinem linken Ende geht in die Höhe, läßt den linken Arm des Hebels cd los. In Folge dessen geht aber der rechte Arm so nieder, streift an dem Haken h hinab und wird von demselben wieder festgehalten. Wenn der Elektromagnet m (Figur 49 und 51) magnetisch ist, so zieht er die Armatur aa an, der Hebel h (Figur 49) bewegt sich oben zur Rechten. Sobald der Strom unterbrochen wird, bewegt sich der Haken h, dem Drucke des Gewichtes w' (welches mittelst einer Stange an die Achse e'e' befestigt ist) nachgebend, oben wieder zur Linken. Bei der wagerechten Lage des Hebels eo läßt der Haken 2 (Figur 49), wie schon gesagt, den Hebel cd los. Dieser kann aber seine wagerechte Lage noch nicht einnehmen, indem die Scheibe vv seinen rechten Arm k'd (vermittelst der Platte 3) etwas hebt. Sobald aber nach Vollendung eines

ganzen Rundganges der Einschnitt der Scheibe wieder oben steht und die Platte 3 nicht mehr in der erhöhten Stellung gehalten wird, fällt der Arm k'd in Folge seiner größern Schwere nieder, der linke Arm k'c springt in die Höhe, der Hebel cd hat seine wagerechte Lage wieder und hemmt dadurch den Gang des Werkes. Nach einem einmaligen Rundgange des Walzenrades rr steht also das Werk wieder still.

Wenn ein Zug von der Station abgehen soll, so meldet der telegraphirende Beamte dieses dem Beamten der Station, wohin der Zug abgehen soll, durch die Worte:

AB * ZVG * LT *

Das heißt: „Der Zug geht ab, ich will läuten.“ Hierauf antwortet der Empfänger GT * oder G * (d. i. Gut) und versetzt seinen Telegraph in Ruhe. Dasselbe thut der erste Beamte. Gegenwärtig sind an jeder Station der Köln-Mindener Eisenbahn 2 Telegraphen aufgestellt. Dadurch, daß der Leitungsdraht zwischen beiden durch einen besonderen Draht mit einer Zinkplatte, welche neben dem Stationsgebäude in einem Brunnen liegt, verbunden ist, wird jede Station (Vgl. § 17) zu einer Endstation. Läßt nun der erste Beamte den galvanischen Strom einmal bis zu der Station fließen, wohin der Zug gehen soll, so werden, da der Leitungsdraht durch alle Bahnwärterhäuschen geht und hier um die Elektromagnete m gewunden ist, die Armaturen a in denselben angezogen, die Haken h lassen den Hebel eo los, das Räderwerk setzt sich in Bewegung, die Glocke ertönt 12mal. Wenn der Zug in der Richtung von Minden nach Deutz geht, so läßt man den Hammer k diese 12 Schläge thun, geht er aber umgekehrt, so läßt man den Hammer 24mal anschlagen. Nachdem er 12mal geschlagen hat, läßt man nämlich den Strom noch einmal durch den Leitungsdraht fließen. Der Draht, welcher von dem durch die Luft geführten Hauptdrahte in das Bahnwärterhäuschen hinabgeht, hier um den Elektromagnet m gewunden ist, und dann wieder zu demselben hinaufgeht, ist viel dünner als der Haupt-Leitungsdraht; der geringere Theil des galvanischen Stromes geht also in den dünnern Draht. Beim Telegraphiren werden Batterien von 8 Elementen gebraucht; ein verhältnißmäßig sehr schwacher Strom geht also durch den dünneren Draht; derselbe ist nicht im Stande, die Armatur aa

(Figur 49 und 50) anzuziehen, das Läutewerk wird durch denselben also nicht in Thätigkeit gesetzt. Für die Läutewerke ist deshalb an jeder Station eine besondere Batterie von 50 Elementen, Schlag-Batterie genannt, aufgestellt. Wenn der betreffende Beamte von seiner Station bis zur nächst folgenden läuten will, so läßt er den stärkeren Strom der Schlag-Batterie durch den Leitungsdraht fließen. Dieser läßt in der angegebenen Weise die sämmtlichen Läutewerke bis zur folgenden Station ertönen.

§ 21. Von der Geschwindigkeit der telegraphischen Mittheilung.

Die elektrische Flüssigkeit durcheilt nach der § 2 aufgestellten, ungefähren Berechnung in einer Sekunde einen Weg von 61453 preußischen Meilen. Die Erdkugel hat einen Umfang von 5400 Meilen. Die Elektricität wird also in einer Sekunde noch etwas mehr als 11mal um die ganze Erdkugel laufen. Legte man einen Kupferdraht 11mal um die Erde, so würde der galvanische Strom denselben binnen einer Sekunde durchlaufen und binnen $\frac{1}{22}$ einer Sekunde durch denselben bis zu unsern Gegenfüßlern gelangen. Danach läßt sich die Zeit ermessen, welche der galvanische Strom nöthig hat, um die Entfernung von einem Orte zu einem anderen zurückzulegen. Berlin ist entfernt: von Aachen 94 (preußische) Meilen, von Köln 84, von Oderberg (Linie über Breslau an die österreichische Grenze) 72 Meilen, von Prag 52 Meilen, von Frankfurt a. M. 90 Meilen, von Wien 98 Meilen, von Paris 116$\frac{1}{4}$ Meilen und 37 Myriameter, oder das Myriameter zu 2$\frac{1}{4}$ preußischen Meilen gerechnet, 199 Meilen, von Petersburg 96 Meilen und 785 Werste, oder 7 Werste auf eine preußische Meile gerechnet, 208 Meilen. Der galvanische Strom eilt also von Berlin binnen $\frac{1}{653}$ einer Sekunde nach Aachen, binnen $\frac{1}{723}$ einer Sekunde nach Köln, binnen $\frac{1}{853}$ einer Sekunde nach Oderberg, binnen $\frac{1}{1181}$ einer Sekunde nach Prag, binnen $\frac{1}{682}$ einer Sekunde nach Frankfurt a. M., binnen $\frac{1}{627}$ einer Sekunde nach Wien, binnen $\frac{1}{308}$ einer Sekunde nach Paris, binnen $\frac{1}{295}$ einer Sekunde nach Petersburg. Er gelangt folglich binnen $\frac{1}{150}$ einer Sekunde von Paris nach Petersburg, binnen $\frac{1}{206}$ einer Sekunde von Paris über Berlin nach Wien, und bin-

Digitized by Google

nen $\frac{1}{200}$ einer Sekunde von Petersburg über Berlin nach Wien. Da mit jedem elektrischen Strome, so wie mit jeder Unterbrechung desselben ein Zeichen (Buchstabe oder Chiffre) mitgetheilt werden kann, so legt also ein solches Zeichen in der angegebenen sehr kurzen Zeit obige Entfernungen zurück, d. h. nach jedem der angegebenen Zeitmomente wird das Zeichen an dem entfernten Orte effektuirt. Der elektrische Strom kann beliebig schnell hergestellt und wieder unterbrochen werden; die Zeichen können also in willkührlich schneller Aufeinanderfolge mitgetheilt werden. Die Zeichen (Buchstaben und Chiffern) müssen zwar zu Wörtern und die Wörter zu Sätzen zusammengesetzt werden; die erforderliche Zeit ist aber im Vergleich zu derjenigen, welche man zu Mittheilungen auf einem anderen Wege nöthig hat, so bedeutend geringer, daß **die Geschwindigkeit, mit welcher der elektro-magnetische Telegraph nach entlegenen Oertern seine Nachrichten entsendet, viel größer ist,** als die Geschwindigkeit jeder anderen Mittheilungsweise.

Wer dem Telegraphiren, z. B. bei den preußischen Staats-Telegraphen auf der Linie von Berlin nach Aachen, eine Zeit lang zugesehen, kann sich einen ziemlich genauen Begriff von der Schnelligkeit der Mittheilung einer telegraphischen Depesche machen. Das Buchstabiren der Wörter (auf den Zeiger-Apparaten) erfolgt sehr rasch und erfordert kaum die Hälfte der Zeit, welche nöthig ist, um dieselben niederzuschreiben. Eine telegraphische Depesche wird hier von einer Station bis zur nächsten in weniger Zeit befördert, als man gebraucht, um dieselbe 2**mal zu schreiben.** Es ist aus dem Obigen klar, daß es dabei fast gar keinen Unterschied macht, ob die beiden sprechenden Stationen 2, 100, 500 oder 2000 Meilen von einander entfernt sind. Die Entfernung derselben ist gleichgültig, da der galvanische Strom für die Entfernungen, welche es in einem und demselben Erdtheile (z. B. in Europa) gibt, so zu sagen momentan ist. Gäbe es eine Telegraphen-Linie von Europa durch das atlantische Meer nach Amerika, so würde man mit derselben Geschwindigkeit eine Nachricht von einem Welttheile bis zum anderen besorgen können, mit welcher man dieselbe von einer Station zur anderen übermittelt.

Digitized by Google

Bei größeren Telegraphen-Linien hängt die Schnelligkeit der Mittheilungen von dem Umstande ab, ob von Station zu Station telegraphirt werden muß, wie auf der mehr genannten Linie von Berlin nach Aachen, und wie viele Zwischenstationen in diesem Falle da sind. Die stationsweise Mittheilung erfordert auf dieser Linie für eine mäßig lange Zeitungs-Depesche von Berlin nach Köln etwa $\frac{1}{2}$ Stunde. Die Zeit, welche erforderlich ist, um die Depesche am Orte ihrer Aufgabe bis zur Telegraphen-Station, und am Orte ihrer Ankunft bis in die Wohnung des Adressaten zu befördern, ist hierbei natürlich nicht in Anschlag gebracht. Derr Herr Staatsminister Freiherr v. Bodelschwingh-Volmede wurde nach einer Mittheilung der Kölnischen Zeitung (2te Ausgabe vom 5. Februar 1850) zu Hamm an der Lippe zum Abgeordneten nach Erfurt gewählt. Da aber die Wählerschaft voraussah, daß Herr von Bodelschwingh auch anderen Ortes gewählt werden würde, so zeigte sie ihm seine Wahl durch den königlichen Telegraphen an und bat um sofortige Erklärung auf demselben Wege, damit sie, im Falle der Nicht-Annahme, sogleich einen anderen Abgeordneten wählen könnte, ohne erst auseinander zu gehen. In Zeit von kaum einer Stunde war die Nachricht nach Berlin und die Antwort des Herrn von Bodelschwingh, daß er bereits in Berlin angenommen, nach Hamm zurück, und konnte folglich in ebenderselben Stunde noch zu einer neuen Wahl geschritten werden. Durch die Circular- oder directe Verbindung wird diese Zeit noch bedeutend abgekürzt.

Eine zweite Linie königlicher Telegraphen mit amerikanischen Apparaten ist von Berlin nach Köln ohne Zwischenstation angelegt. Wenn mittelst dieser Telegraphen-Linie eine Nachricht von Berlin nach Köln befördert wird, so geschieht das in einer viel kürzeren Zeit. Durch einen wiederholten Fingerdruck schreibt der berliner Telegraphist gleichzeitig seine Depesche auf ein Papier in Köln. Die Anwendung der amerikanischen Telegraphen ohne Zwischenstation läßt demnach selbst für sehr beträchtliche Entfernungen Zeit und Zwischenraum völlig verschwinden. Dasselbe ist der Fall bei den Apparaten jeder anderen Construction, vorausgesetzt, daß die Zwischenstationen wegfallen. Der Adler der Lüfte, der tobende Orkan des Meeres, die keuchende Lokomo-

Digitized by Google

tive auf unseren Eisenbahnen, sie bewegen sich mit der Langsamkeit einer Schnecke im Vergleich zu der Schnelligkeit des elektromagnetischen Telegraphen.

§ 25. Verschiedene Telegraphen-Anlagen.

In Preußen wurde 1846 als erster Versuch eine Telegraphen-Verbindung zwischen Berlin und Potsdam mit einer durch die Luft geführten Drahtleitung angelegt. Diesem Beispiele folgten mehrere Eisenbahn-Gesellschaften; sie stellten für ihre besonderen Zwecke Telegraphen mit durch die Luft geführten Drahtleitungen her. Im Jahre 1848 wurde die erste größere Telegraphen-Linie zwischen Berlin und Frankfurt a. M. angelegt. Sie hat Stationen zu Jüterbogk, Köthen, Halle, Erfurt, Eisenach, Kassel, Marburg und Gießen. Die Drahtleitung wurde bequem und sicher in den Eisenbahn-Damm gelegt. Die 2te größere Linie wurde im Jahre 1849 von Berlin nach Aachen angelegt, mit Stationen zu Potsdam, Magdeburg, Aschersleben, Braunschweig, Hannover, Minden, Hamm, Düsseldorf und Deutsch. Eine 4 Meilen lange Seitenlinie verbindet Düsseldorf mit Elberfeld. Diese große Linie schließt sich den vollendeten Eisenbahnen an und ist durchgängig mit unterirdischen Drahtleitungen versehen, welche im Eisenbahn-Damme neben den Schienen liegen. (Die Luftdrähte, welche man streckenweise noch sieht, gehören zu den Telegraphen-Anlagen der Eisenbahn-Gesellschaften. Sie dienen zur Dienst-Correspondenz für den speciellen Betrieb der Eisenbahnen.) Bei den schwierigen Fluß-Uebergängen der Havel, der Elbe und des Rheins ist die Leitung unter dem Flußbette durchgeführt. Eine dritte Linie von Berlin nach Hamburg, mit Stationen in Wittenberge und Hagenow, wurde in demselben Jahre dem Gebrauche übergeben; eben so eine vierte von Berlin nach Stettin ohne Zwischenstationen. Die fünfte Linie von Berlin nach Oderberg an der österreichischen Grenze, mit Stationen zu Frankfurt a. d. O., Liegnitz, Breslau, Oppeln, Kosel und Ratibor, ist ebenfalls beendigt. Diese Linie verbindet durch Vermittelung der kaiserlich österreichischen Telegraphen Berlin mit Wien und dem adriatischen Meere. Eine sechste Linie wird in nächster Zukunft in Verbindung mit der Ostbahn von Berlin nach

Königsberg und Danzig angelegt werden. Die vier ersten Telegraphen-Linien, von Berlin nach Frankfurt a. M., nach Aachen, nach Hamburg und Stettin sind seit Oktober v. J. der Mitbenutzung des Publikums überlassen worden. Von den an den verschiedenen Eisenbahnhöfen zu Berlin eingerichteten einzelnen Telegraphen-Stationen sollen die Leitungen demnächst zu einem Central-Büreau zusammen führen; dieses soll zur Erleichterung der Aufgabe der Depeschen des Publikums in der Mitte der Stadt angelegt werden. Binnen Jahresfrist sind auf diese Weise von der preußischen Staatsverwaltung, mit einem Kostenaufwande von beiläufig 400000 Thalern, 245 Meilen elektro-magnetischer Telegraphen-Linien vollständig angelegt worden, und ist ihre Gesammt-Länge gegenwärtig bereits auf 317 Meilen gestiegen. Es wurde bisher auf den preußischen Telegraphen-Linien blos mit Zeiger-Apparaten längs einer einzigen Leitung, und zwar von Station zu Station durchtelegraphirt. Die vortrefflichen Zeiger-Apparate genügen indeß nicht mehr; die amerikanischen Apparate sind an den verschiedenen Linien bereits aufgestellt, und ist deren Inbetriebsetzung mit nächstem zu erwarten. Diese Apparate sprechen, mit Umgehung aller Zwischenstationen, direct durch (z. B. von Berlin nach Köln). Außerdem ist höheren Ortes die Ausführung einer zweiten Leitung schon befohlen. Sie ist auf allen stark benutzten Telegraphen-Linien nothwendig und auf den meisten preußischen Linien unabweisliches Bedürfniß geworden.

Die in Oesterreich bereits fertigen Telegraphen-Linien sind:

1) von Wien über Gänserndorf nach Preßburg,
2) " " " " Lundenburg, Prerau, Olmütz nach Oderberg,
3) von Lundenburg über Brünn nach Trübau,
4) von Olmütz nach Trübau,
5) von Trübau nach Prag,
6) von Wien über St. Pölten, Linz nach Salzburg, wo der Anschluß an die bairischen Telegraphen Statt findet, welche bereits bis Augsburg dem Betriebe übergeben sind,
7) von Wien über Wienerneustadt, Gratz, Marburg, Laibach nach Triest.

Digitized by Google

8) von Prag nach Bodenbach, wo sich diese Linie an die sächsischen Telegraphen anschließt,
9) von Venedig über Padua, Vicenza, Verona, Brescia nach Mailand,
10) von Padua nach Treviso,
11) von Mailand nach Bergamo,
12) " " über Pavia, Lodi nach Piacenza und Cremona,
13) von Verona nach Mantua.

Folgende Linien sollen binnen 3 Jahren in Oesterreich ausgeführt werden:

1) von Oderberg über Krakau, Tarnow, Jaroslau, Lemberg, Tarnopol nach Czernowitz,
2) von Preßburg über Waizen nach Pesth, und von da über Debreczin, Großwardein, Klausenburg nach Hermannstadt,
3) von Marburg nach Klagenfurt.
4) von Laibach über Agram, Peterwardein nach Semlin,
5) von Triest über Fiume, Zeng, Zara, Spalatto nach Cattaro,
6) von Salzburg über Innsbruck, Feldkirch nach Lindau am Bodensee,
7) von Agram über Warasdin nach Pesth,
8) von Pesth über Kaschau, Eperies, Premiszl nach Lemberg,
9) von Prag über Tabor, Budweis nach Linz,
10) von Innsbruck über Bozen, Trient nach Verona,
11) von Semlin über Temesvar, Arad nach Hermannstadt,
12) von Klausenburg über Bistritz, Suczawa nach Czernowitz.

Die Gesammt-Länge der österreichischen Telegraphen-Linien, welche noch im Laufe dieses Jahres vollendet sein werden, beträgt demnach über 450 Meilen.

Die Herstellung einer Telegraphen-Verbindung von Frankfurt a. M. über Darmstadt, Heidelberg und Karlsruhe nach Basel wird gegenwärtig eingeleitet. Die Fortsetzung dieser Linie, einer Seits von Karlsruhe nach Straßburg und Paris, anderer Seits von Heidelberg nach Stuttgart und Augsburg dürfte in kurzer Zeit zu erwarten sein. In Baiern ist (im Mai 1850) die Anlage von 5 Haupt- und 7 Nebenlinien von den Kammern beschlossen. Die Hauptlinien sollen sich erstrecken: von München nach Salzburg, Kufstein und Hof; von Augsburg nach Ulm; von Bamberg nach Frankfurt; zusammen in einer Länge von

117 Meilen, mit 12 Stationen und 21 elektro-magnetischen Schreib-Apparaten. Sie sind zu 296343 Fl. veranschlagt. Für die 7 Nebenlinien, in einer Länge von 64 Meilen, mit 12 Stationen und 15 Schreib-Apparaten sind 136565 Fl., für die von Regensburg nach Passau 50000 Fl. festgesetzt. Es kostet die Herstellung der Telegraphen-Linien in Baiern überhaupt für jede Meile mit einem verzinkten Eisendraht 1810 Fl., mit zwei Drähten aber 2650 Fl.

In England durchziehen Telegraphen-Linien in einer Gesammt-Länge von 2000 (engl.) Meilen in allen Richtungen das Land; während eine eben so große Strecke Eisenbahnen noch ohne Telegraphen ist. Sie vereinigen sich in dem großen Central-Bureau zu London. In diesem Bureau treffen die Drahtleitungen von mehr denn 100 großen und größeren Städten zusammen. Sehr viele Städte sind außerdem durch Seitenlinien mit einander verbunden. — In Europa ist bis jetzt kaum die Hälfte der Eisenbahnen mit Telegraphen versehen; in den Vereinigten Staaten Nord-Amerika's sind sie bereits weit über die Linie der Eisenbahnen hinausgeführt. Dort sind seit Ende v. J. Telegraphen-Linien in einer Gesammt-Länge von 3500 deutschen Meilen im Betriebe und befinden sich sämmtlich in den Händen von Privat-Gesellschaften. In diesem Augenblicke ist in New-York eine Compagnie in der Absicht zusammen getreten, eine elektro-telegraphische Verbindung zwischen Nord-Amerika und Europa herzustellen. Ein von der östlichen Küste Neu-Fundlands auslaufender Draht soll in's atlantische Meer gesenkt und bis zur westlichen Küste Irlands geführt werden. Der Draht würde eine Länge von 2100 (engl.) Meilen haben. Alle 100 (engl.) Meilen soll ein kleines mit Mast und Flagge versehenes Floß geankert werden, welches mit dem Drahte in Verbindung steht, so daß letzterer herausgenommen werden kann, wenn er der Ausbesserung bedarf. Was wäre wohl dem außerordentlichen Unternehmungs- und Erfindungsgeiste der Yankees unmöglich?

Man steht im Begriffe, auch zwischen Calais und Dover eine Telegraphen-Verbindung herzustellen, und soll dieselbe noch in diesem Jahre vollendet sein. — In Rußland beabsichtigt man gegenwärtig, eine Telegraphen-Linie von Petersburg nach Warschau anzulegen. Von Warschau soll sich dieselbe in 2 Arme

Digitized by Google

theilen, und einer Seits bis nach Berlin, anderer Seits bis nach Wien verlängert werden. Es steht zu erwarten, daß in der nächsten Zukunft die Länder aller civilisirten Völker mit einem großen Telegraphen-Netze überzogen sein werden. —

Von dem österreichischen Staats-Telegraphen-Director Dr. Wilh. Girtl ist ein Telegraphen-Apparat erfunden worden, den man auf den Locomotiven bequem mit sich führen kann, um die nächste, oder auch entferntere Stationen zu avertiren, wenn der Zug durch irgend einen unvorhergesehenen Unfall aufgehalten wird, und man um Hülfe bitten muß. Ein Draht wird in einem solchen Falle mit dem Luftdrahte in Verbindung gesetzt. Dieser Apparat läßt sich am Platze leicht aufstellen und soll sich durch seine Compendiosität, leichte Handhabung und verhältnißmäßig geringe Kosten (50 Fl. C. M.) empfehlen. Der Erfolg auf der Probefahrt war vollkommen befriedigend.

§ 26. Ueber die Benutzung der elektro-magnetischen Telegraphen.

In fast allen Ländern, in welchen man elektro-magnetische Telegraphen angelegt hat, werden dieselben dem Publikum zur Mitbenutzung überlassen. Wenn aber Jemand der Telegraphen-Station einen Brief zur Beförderung nach einem entfernten Orte aufgibt, so muß der Beamte diesen Brief lesen, um ihn mittheilen zu können; der Beamte an der Empfangs-Station liest ihn ebenfalls. Bei der Beschaffenheit der meisten Telegraphen-Anlagen lesen ihn auch die Beamten an jeder Zwischenstation. Was ist aber eine Correspondenz nütze, bei der das Briefgeheimniß so wenig bewahrt wird? Würden wir unsere Briefe der Post anvertrauen, wenn die Beamten an den Aufgabe-, End- und an allen Zwischenstationen Einsicht von denselben nehmen könnten? Obgleich alle Telegraphen-Beamte auf die strengste Verschwiegenheit vereidet sind, so würde das correspondirende Publikum doch selten gewillt sein, offene Briefe zu versenden. Die Nothwendigkeit einer für die Telegraphisten unverständlichen, chiffrirten Sprache springt daher in die Augen. Zwei Correspondenten können sich leicht darin einigen, jedem Buchstaben oder jeder Zahl diejenige Bedeutung zu geben, welche nur ihnen beiden verständlich ist. Dieses

Digitized by Google

kann nun auf mehrfache Weise geschehen. Die einfachste Chiffre-Sprache wird dadurch zu Wege gebracht, daß die beiden Correspondenten die Buchstaben des Alphabetes auf 2 Papierstreifen in der Weise schreiben, daß die einzelnen Buchstaben genau unter einander zu stehen kommen, wenn die Papierstreifen genau unter einander gelegt sind. Die Correspondenten können sich nun verabreden, die untere Reihe um eine oder um mehrere Stellen zu verschieben. Sie sind z. B. übereingekommen, die untere der beiden Buchstabenreihen:

a b c d e f g h i k l m n o p q r s t u v w x y z
a b c d e f g h i k l m n o p q r s t u v w x y z

um drei Stellen zu verschieben und die letzten drei Buchstaben vorne einzureihen. Dann stehen sie wie folgt unter einander:

a b c d e f g h i k l m n o p q r s t u v w x y z
x y z a b c d e f g h i k l m n o p q r s t u v w

Wenn nun ihrer Vereinbarung gemäß die untere Reihe gebraucht, dagegen die obere gemeint wird, so würde das Wort „Preis-Courant“ in folgender Weise bezeichnet werden: mobfpzlroxkq. Würde dagegen die obere gebraucht und die untere gemeint, so würde das Wort „Preis-Courant“ folgender Maßen dargestellt werden: suhmvfrxudqw. Es braucht nicht erst bemerkt zu werden, daß die Correspondenten die beiden Buchstabenreihen beliebig verschieben, an denselben beliebige Aenderungen vornehmen, und dadurch ihre Chiffre-Sprache beliebig wechseln können. Nähere Belehrung darüber findet sich in dem Werke vom Professor C. L. Siemens: „Die Correspondenz in Chiffren für Regierungen, Aemter, Kaufleute und Privatiers, welche sich der elektro-magnetischen Telegraphen bedienen wollen.“

Das Regulativ über die Benutzung der königlich preußischen Staats-Telegraphen Seitens des Publikums vom 6. August 1849 bestimmt unter Anderem Folgendes:

§ 2. Die Benutzung der Telegraphen-Linien Seitens des Publikums kann nur in so weit Statt finden, als die vertragsmäßige Beförderung der verschiedenen Staats-Depeschen der Eisenbahn-Verwaltungen solches gestatten.

§ 4. Bei denjenigen Depeschen, welche nur zum Theil durch den Telegraphen befördert und von der letzten Telegraphen-Station bis zu ihrem Bestimmungsorte mittelst Estafette, per

Digitized by Google

expressen Boten, oder durch die Post weiter befördert werden sollen, ist die Art einer solchen Beförderung auf der Depesche vom Absender ausdrücklich anzugeben.

§ 5. Eine telegraphische Depesche darf nicht mehr als 100 Worte enthalten, um den Telegraphen möglichst vielen Correspondenten zugänglich zu machen.

§ 6. Die Aufgabe der Depesche geschieht unmittelbar auf der Telegraphen-Station.

§ 7. Die Telegraphen-Bureaux sind täglich vom 1. April bis ultimo September von 7 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends dem Publikum geöffnet. In dringenden Fällen können die Telegraphen-Linien auch zur Nachtzeit benutzt werden, in welchem Falle das Doppelte der Beförderungsgebühr erhoben wird.

§ 11. Sämmtliche Telegraphen-Beamte sind zur strengsten Geheimhaltung der telegraphischen Depeschen verpflichtet.

§ 12. An der Station, wo eine telegraphische Depesche ankommt, wird dieselbe vollständig und deutlich niedergeschrieben, gehörig couvertirt und, mit dem Dienstsiegel der Telegraphen-Station verschlossen, durch einen vereideten Telegraphen-Boten dem Adressaten zugesendet. Wohnt dieser entfernt von der Station, so erhält er die Depesche durch die Post, durch einen expressen Boten oder per Estafette.

§ 14. Das Bestellgeld einer jeden Depesche beträgt 5 Sgr. Dem vorläufigen Tarife gemäß beträgt der Preis für die Beförderung einer Depesche von Berlin bis Aachen, 94 Meilen,

für	1 — 20	Worte	5	Thaler	6	Silbergroschen
=	21 — 30	=	6	=	15	=
=	31 — 40	=	7	=	24	=
=	41 — 50	=	9	=	3	=
=	51 — 60	=	10	=	12	=
=	61 — 70	=	11	=	21	=
=	71 — 80	=	13	=	—	=
=	81 — 90	=	14	=	9	=
=	91 — 100	=	15	=	—	=

von Berlin bis Köln, 84¾ Meilen,

für	1 — 20	Worte	4	Thaler	20	Silbergroschen
=	21 — 30	=	5	=	25	=
=	31 — 40	=	7	=	—	=

Digitized by Google

für	41 — 50	Worte	8	Thaler	5	Silbergroschen
=	51 — 60	=	9	=	10	=
=	61 — 70	=	10	=	15	=
=	71 — 80	=	11	=	20	=
=	81 — 90	=	12	=	25	=
=	91 —100	=	14	=	—	=

von Berlin bis Elberfeld, 83¾ Meilen,

für	1 — 20	Worte	4	Thaler	18	Silbergroschen
=	21 — 30	=	5	=	22½	=
=	31 — 40	=	6	=	27	=
=	41 — 50	=	8	=	1½	=
=	51 — 60	=	9	=	6	=
=	61 — 70	=	10	=	10½	=
=	71 — 80	=	11	=	15	=
=	81 — 90	=	12	=	19½	=
=	91 —100	=	13	=	24	=

von Berlin nach Minden, 49¾ Meilen,

für	1 — 20	Worte	2	Thaler	22	Silbergroschen
=	21 — 30	=	3	=	12½	=
=	31 — 40	=	4	=	3	=
=	41 — 50	=	4	=	23½	=
=	51 — 60	=	5	=	14	=
=	61 — 70	=	6	=	4½	=
=	71 — 80	=	6	=	25	
=	81 — 90	=	7	=	15½	=
=	91 —100	=	8	=	6	=

von Berlin bis Hannover, 41¼ Meilen,

für	1 — 20	Worte	2	Thaler	8	Silbergroschen
=	21 — 30	=	2	=	25	=
=	31 — 40	=	3	=	12	=
=	41 — 50	=	3	=	29	=
=	51 — 60	=	4	=	16	=
=	61 — 70	=	5	=	3	=
=	71 — 80	=	5	=	20	=
=	81 — 90	=	6	=	7	=
=	91 —100	=	6	=	24	=

von Berlin bis Braunschweig, 33¼ Meilen,

für	1 — 20	Worte	1	Thaler	26	Silbergroschen

Digitized by Google

für	21 — 30	Worte	2	Thaler	10	Silbergroschen
=	31 — 40	=	2	=	24	=
=	41 — 50	=	3	=	8	=
=	51 — 60	=	3	=	22	=
=	61 — 70	=	4	=	6	=
=	71 — 80	=	4	=	20	=
=	81 — 90	=	5	=	4	=
=	91 —100	=	5	=	18	=

von Berlin bis Magdeburg, 19½ Meilen,

für	1 — 20	Worte	1	Thaler	2	Silbergroschen
=	21 — 30	=	1	=	10	=
=	31 — 40	=	1	=	18	=
=	41 — 50	=	1	=	26	=
=	51 — 60	=	2	=	4	=
=	61 — 70	=	2	=	12	=
=	71 — 80	=	2	=	20	=
=	81 — 90	=	2	=	28	=
=	91 —100	=	3	=	6	=

von Düsseldorf nach Aachen, 14¼ Meilen

für	1 — 20	Worte	—	Thaler	24	Silbergroschen
=	21 — 30	=	1	=	—	=
=	31 — 40	=	1	=	6	=
=	41 — 50	=	1	=	12	=
=	51 — 60	=	1	=	18	=
=	61 — 70	=	1	=	24	=
=	71 — 80	=	2	=	—	=
=	81 — 90	=	2	=	6	=
=	91 —100	=	2	=	12	=

von Düsseldorf nach Köln, 5 Meilen,

für	1 — 20	Worte	—	Thaler	12	Silbergroschen
=	21 — 30	=	—	=	15	=
=	31 — 40	=	—	=	18	=
=	41 — 50	=	—	=	21	=
=	51 — 60	=	—	=	24	=
=	61 — 70	=	—	=	27	=
=	71 — 80	=	1	=	—	=
=	81 — 90	=	1	=	3	=
=	91 —100	=	1	=	6	=

Digitized by Google

von Düsseldorf nach Elberfeld, 4 Meilen,

für	1 — 20	Worte	—	Thaler	12	Silbergroschen
=	21 — 30	=	—	=	15	=
=	31 — 40	=	—	=	18	=
=	41 — 50	=	—	=	21	=
=	51 — 60	=	—	=	24	=
=	61 — 70	=	—	=	27	=
=	71 — 80	=	1	=	—	=
=	81 — 90	=	1	=	3	=
=	91 —100	=	1	=	6	=

von Köln nach Aachen, 9¼ Meilen,

für	1 — 20	Worte	—	Thaler	16	Silbergroschen
=	21 — 30	=	—	=	20	=
=	31 — 40	=	—	=	24	=
=	41 — 50	=	—	=	28	=
=	51 — 60	=	1	=	2	=
=	61 — 70	=	1	=	6	=
=	71 — 80	=	1	=	10	=
=	81 — 90	=	1	=	14	=
=	91 —100	=	1	=	18	=

von Berlin nach Hamburg, 38 Meilen,

für	1 — 20	Worte	2	Thaler	—	Silbergroschen
=	21 — 30	=	2	=	15	=
=	31 — 40	=	3	=	—	=
=	41 — 50	=	3	=	15	=
=	51 — 60	=	4	=	—	=
=	61 — 70	=	4	=	15	=
=	71 — 80	=	5	=	—	=
=	81 — 90	=	5	=	15	=
=	91 —100	=	6	=	—	=

Nach dem vorläufigen Tarife der Preise für Beförderung der Depeschen auf der Telegraphen=Linie zwischen Berlin und Frankfurt a. M. vom 11. October v. J. kostet eine Depesche von Berlin nach Frankfurt a. M., 87¼ Meilen,

bis	zu 20	Worten	4	Thaler	24	Silbergroschen
=	= 30	=	6	=	—	=
=	= 40	=	7	=	6	=
=	= 50	=	8	=	12	=

Digitized by Google

bis zu	60	Worten	9	Thaler	18	Silbergroschen
= =	70	=	10	=	24	=
= =	80	=	12	=	—	=
= =	90	=	13	=	16	=
= =	100	=	14	=	12	=

Von Berlin nach Gießen, 78½ Meilen, beträgt die Beförderungsgebühr

für	1 — 20	Worte	4	Thaler	10	Silbergroschen
=	21 — 30	=	5	=	12½	=
=	31 — 40	=	6	=	15	=
=	41 — 50	=	7	=	17½	=
=	51 — 60	=	8	=	20	=
=	61 — 70	=	9	=	22½	=
=	71 — 80	=	10	=	25	=
=	81 — 90	=	11	=	27½	=
=	91 —100	=	13	=	—	=

Von Halle nach Frankfurt a. M., 62¼ Meilen, kostet die Beförderung einer Depesche

von	1 — 20	Worten	3	Thaler	12	Silbergroschen
=	21 — 30	=	4	=	7½	=
=	31 — 40	=	5	=	3	=
=	41 — 50	=	5	=	28½	=
=	51 — 60	=	6	=	24	=
=	61 — 70	=	7	=	19½	=
=	71 — 80	=	8	=	15	=
=	81 — 90	=	9	=	10½	=
=	91 —100	=	10	=	6	=

Von Kassel nach Frankfurt a. M., 26½ Meilen, wird für eine Depesche bezahlt

von	1 — 20	Worten	1	Thaler	14	Silbergroschen
=	21 — 30	=	1	=	25	=
=	31 — 40	=	2	=	6	=
=	41 — 50	=	2	=	17	=
=	51 — 60	=	2	=	28	=
=	61 — 70	=	3	=	9	=
=	71 — 80	=	3	=	20	=
=	81 — 90	=	4	=	1	=
=	91 —100	=	4	=	12	=

Digitized by Google

Von Berlin nach Erfurt, 39¼ Meilen, beträgt die Beförderungsgebühr

für 1 — 20	Worte	2	Thaler	6	Silbergroschen
„ 21 — 30	„	2	„	22½	„
„ 31 — 40	„	3	„	9	„
„ 41 — 50	„	3	„	25½	„
„ 51 — 60	„	4	„	12	„
„ 61 — 70	„	4	„	28½	„
„ 71 — 80	„	5	„	15	„
„ 81 — 90	„	6	„	1½	„
„ 91 —100	„	6	„	18	„

Für Depeschen, welche des Nachts, d. h. von 9 Uhr Abends bis zum Beginne der Dienststunden, befördert werden sollen, wird das Doppelte der oben verzeichneten Sätze, und außerdem noch für die Bestellung einer jeden Depesche ein Bestellgeld von 5 Sgr. erhoben.

Von Berlin nach Stettin, 18 Meilen, beträgt die Beförderungsgebühr einer Depesche

von 1 — 20	Worten	1	Thlr.	—	Sgr.
„ 21 — 30	„	1	„	7½	„
„ 31 — 40	„	1	„	15	„
„ 41 — 50	„	1	„	22½	„
„ 51 — 60	„	2	„	—	„
„ 61 — 70	„	2	„	7½	„
„ 71 — 80	„	2	„	15	„
„ 81 — 90	„	2	„	22½	„
„ 91 —100	„	3	„	—	„

Einer amtlichen Mittheilung der „Wiener Zeitung" vom October v. J. zufolge sollen auch die österreichischen Telegraphen nächstens der Benutzung des Publikums überlassen werden. Es kostet eine Depesche von 25 Worten

von	Wien	bis	Preßburg	5	Fl.
„	„	„	Oderberg	6	„
„	„	„	Laibach	7	„
„	„	„	Triest	8	„

Da die Entfernung von Wien bis Oderberg 26 preußische Meilen beträgt, so kann das Verhältniß der Preise leicht ermittelt werden.

Digitized by Google

Die Beförderung einer Depesche von 100 Worten kostet von Washington nach New-Orleans,

370 deutsche Meilen, 15 Thlr. 23 Sgr.

von New-York bis Washington,

53 deutsche Meilen, 7 „ 5 „

von New-York bis Buffalo,

circa 100 deutsche Meilen, 5 „ 18 „

Bei mehr als 100 Worten wird die Taxe in den Vereinten Staaten von Nord-Amerika um $\frac{1}{3}$ ermäßigt. Ziffern dürfen, außer für das Datum, nicht gebraucht werden. Die Mittheilungen für die Presse und die Polizei gehen allen übrigen vor.

In England kostet die Besorgung einer Depesche 8 Mal so viel, als in Nord-Amerika, und auf der South-Eastern-Bahn sogar 17 Mal so viel.

Digitized by Google

§ 27.

Der Zeiger-Telegraph von Dr. Kramer.

Der Kramersche Zeiger-Telegraph besteht:

1) aus dem Uebertrager oder Pendel,

2) aus dem Unterbrechungs-Apparat, der hier auch Communicator heißt, und sich von den § 14, 15 und 17 beschriebenen Vorrichtungen derselben Art dadurch wesentlich unterscheidet, daß er mit dem Zeigerwerke auf das innigste verbunden ist, und dessen Gang durch eben dieses bewirkt wird. Der Telegraphist ist nicht im Stande, direkt auf dasselbe einzuwirken, sondern nur vermittelst des Zeigerwerkes.

3) aus dem Zeigerwerke,

4) aus einem Uhrwerke,

5) aus einer Local- und einer Hauptbatterie und der zugehörigen Leitung.

Das Uhrwerk, die Batterien und die Leitung können hier als hinlänglich bekannt übergangen werden. Die Beschreibung der übrigen Theile wird sich der des § 15 anschließen.

Der Uebertrager. Da die Stärke des galvanischen Stromes in der Entfernung abnimmt, und zwar im Verhältniß der durchlaufenen Wegstrecken (§ 9.), so mußte man auf Mittel bedacht sein, diesem Uebelstande abzuhelfen. Wheatstone, Morse, Breguet, Kramer, Halske und Stöhrer haben vortreffliche Uebertrager der Stromkraft erfunden. Kramer hat den seinigen

Pendel genannt. Die 52. Figur stellt ein solches dar; in der 53. ist nur der Boden desselben mit den 3 Füßen b, c und d zu sehen. An die Metallplatte pp ist der Elektromagnet m befestigt. Seine beiden Pole sind niederwärts gesenkt. Ist er magnetisirt, so zieht er die unter ihm befindliche Armatur a an; hat er aber seine magnetische Anziehungskraft verloren, so wird sie hinabgezogen und kommt mit der Schraube s in metallischen Contact. Der Messinghebel v ist in der Platte pp unterstützt, von derselben aber vollständig isolirt. Er streckt von seinem linken Ende einen Arm aus, welcher oben mit der Armatur a verbunden ist. Dieser Hebel v hat den Zweck, vermittelst der Feder f und jenes Armes die Armatur a hinabzuziehen. Bei der Unterbrechung des Stromes behält der Elektromagnet noch einige magnetische Anziehungskraft. Die Armatur würde also von selbst nicht immer abfallen; die Feder ist also dazu bestimmt, ihn hinabzuziehen. Da die Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes sehr rasch auf einander folgen, so ist die Feder um so unentbehrlicher. Die abgefallene oder hinabgezogene Armatur a berührt die Schraube s, und der bei d eintretende Strom der Localbatterie L. B. (Fig. 52 und 53) nimmt seinen Weg durch den Draht 5', den Hebel v, den genannten Arm, die Armatur a und die Schraube s; von s geht er in pp, weiter durch Draht 4 bei c aus dem Pendel wieder hinaus. Ist dagegen die Armatur a von dem Elektromagnete m angezogen, so ist sie von s getrennt, zwischen ihr und s also der Weg unterbrochen. Dieses ist allezeit der Fall, wenn der Strom der Hauptbatterie bei b eintritt. Derselbe fließt dann durch Draht 2, in vielen Windungen um den Elektromagnet, durch den kurzen Draht 3 in die Platte pp, weiter durch den Draht 4 bei c wieder aus dem Pendel hinaus. Sein Weg ist im Pendel nie unterbrochen. Wenn also der Strom der Hauptbatterie fließt, so wird dadurch der Cirkel des Localstroms im Pendel unterbrochen. Beide Ströme fließen bei dieser Einrichtung des Pendels niemals gleichzeitig, sondern stets nach einander.

Der Unterbrechungs-Apparat. Wenn ein von dem K Pole der nächsten Station zur Rechten kommender Strom durch den großen Leitungsdraht L bei dem Z Pole in die Hauptbatterie H. B. (Figur 53) eintritt, so geht er, sich in derselben

verstärkend, an dem K Pole wieder hinaus, fließt durch Draht 1 bei b in das Pendel, hier (Figur 52) durch Draht 2, um den Elektromagnet m, durch Draht 3, pp, weiter durch Draht 4 bei c aus dem Pendel, durch Draht 5 (Fig. 53) bis zur Klemme K', durch Draht 6 zur Klemme n, durch 7 zu n' und x, weiter durch ic in den Metallring PP, durch diesen nach u, durch Draht 8 zur Klemme k, durch Draht 9, durch das Galvanometer G, durch Draht 10 zur Erdplatte E, darauf durch die Erde zu der Station zurück, woher er gekommen. Dieser Weg wird in dem Apparate unterbrochen, wenn der Telegraphist den Schieber o auszieht und dadurch den Arm ci unten von dem Messingstreifen n' entfernt, die metallische Berührung zwischen n' und i also aufhebt. Durch das Ausziehen des Schiebers o wird also der Strom der Hauptbatterie unterbrochen. Wenn der Telegraph in Ruhe steht, so drückt das Zahnrad R die Feder s von dem Ambos x ab; die Feder s befindet sich in diesem Falle mit ihrem linken Ende etwa auf der Mitte eines Zahnrückens des Zahnrades R. Dreht sich dieses Rad in der Richtung des Pfeiles um eine halbe Zahnbreite, so springt die Feder s über die Zahnspitze hinweg in die nächstfolgende Zahnlücke und kommt dadurch für einen Augenblick in metallische Berührung mit dem Ambos x. So lange diese Berührung dauert, wird der Strom der Hauptbatterie wiederhergestellt, er nimmt nämlich jetzt seinen Weg durch n, Draht 7, n', Ambos x, die Feder s, Platte PP, Schieber u, Draht 8, u. s. w. Dreht sich das Rad darauf abermals um eine halbe Zahnbreite weiter, so wird die Feder s aus der Zahnlücke auf die Mitte des nächstfolgenden Zahnrückens geschoben, dadurch von dem Ambos x abgedrückt, der Strom der Hauptbatterie wieder unterbrochen.

Bei dem Rundgange des Rades R steht also die Feder s abwechselnd erst auf der Mitte eines Zahnrückens, dann in einer Zahnlücke, u. s. f. Im ersten Falle ist bei ausgezogenem Schieber o der Strom der Hauptbatterie unterbrochen, im anderen wiederhergestellt. Bei der nunmehr folgenden Beschreibung des Zeigerwerkes wird von den einzelnen Theilen des Unterbrechung-Apparates und seinem Gange des Weiteren die Rede sein.

Das Zeigerwerk. An den Metallring PP (Figur 53) sind die Messingklemmen n und n'' befestigt, beide jedoch von

dem Ringe isolirt; in metallischer Berührung mit ihm steht die Stahlfeder s, der obere Schieber o bei c, der untere Schieber u (beide sind von Metall). Wenn letzterer ausgezogen wird, so kommt er außer Berührung mit dem Ringe. Das Stiftenrad r, das Zahnrad R und der in der Figur nicht sichtbare Zeiger werden von derselben mittleren Hauptachse gehalten und drehen sich gleichmäßig rund. Die Taste D' zur Rechten des Zeigerwerkes berührt nur dann den Ring PP, wenn sie niedergedrückt ist. Die Taste D, an der entgegengesetzten Seite, steht auf dem linken Ende des Hebels ee, welche zwischen den Schraubenspitzen uu leicht auf- und niedergeht. Drückt man die Taste D nieder, so senkt sich der linke Arm dieses Hebels und der rechte geht in die Höhe. Unter alleiniger Einwirkung des Gewichts m' senkt sich der rechte Arm nieder. Denkt man sich den Elektromagnet m und die Armatur a nicht zur Rechten neben dem Hebel i, welcher in seiner Mitte unterstützt ist, sondern unter demselben, so zieht die Armatur a, wenn sie von dem elektrisch gewordenen Elektromagnete angezogen wird, den unteren Arm des Hebels i nieder. Dadurch geht sein oberer Arm in die Höhe und hebt den rechten Arm des Hebels ee. Verliert der Elektromagnet m seine magnetische Anziehungskraft und läßt in Folge dessen die Armatur a fahren, so hebt sich der untere Arm des Hebels, der obere geht nieder und mit ihm der rechte Arm des Hebels ee. U U' U'' U''' stellt ein Uhrwerk dar, welches von einem Gewichte g getrieben wird. Rad U''' greift in den Trieb des Zahnrades R ein. Wenn das Rad U''' also rund läuft, so drehen sich auch die Räder R und r und der nicht sichtbare Zeiger, aber in entgegengesetzter Richtung. Dieses würde bei aufgezogenem Uhrwerke immer der Fall sein, wenn nicht das Stiftenrad r festgehalten würde. Dasselbe ist (Fig. 54) mit dem Hebel ee in vergrößertem Maßstabe dargestellt. Es hat in gleichen Entfernungen von einander 30 Stifte oben und eben so viele unten. In der 54. Figur sind der Deutlichkeit wegen nur einige gezeichnet. Mitten zwischen je zwei obern Stiften sitzt ein unterer, und umgekehrt. Der Hebel ee mit seiner Gabel am rechten Ende bildet das Echappement, und das Stiftenrad r vertritt hier die Stelle des Steigrades. In der gesenkten Stellung liegt die Gabel vor einem oberen Stifte, wie es in der Figur 54 zu sehen ist, in der ge-

hobenen vor einem unteren Stifte; in beiden Fällen wird das Stiftenrad arretirt. Wird der rechte Arm des Echappements e e gehoben, so verläßt die Gabel den angehaltnen oberen Stift, das Rad, von dem Uhrwerke getrieben, dreht sich. Einen Moment darauf greift aber die Gabel unten ein, legt sich hier vor einen Stift und arretirt das Rad r abermals. Es ist aus dem Bisherigen ersichtlich, daß bei jeder Hebung dieser Gabel das Rad um $\frac{1}{60}$ seines ganzen Umfanges vorrückt, um ebensoviel bei jeder Senkung derselben. Bei jeder Bewegung des Echappements rückt also das Stiftrad r (ebenso das Zahnrad R und der Zeiger auf dem Zifferblatte) um $\frac{1}{60}$ seines ganzen Rundganges vor.

Die Drähte, durch welche der Strom der Localbatterie fließt, sind punktirt gezeichnet, um sie von denen zu unterscheiden, welche dem Strome der Hauptbatterie als Wege dienen. Von dem Fuße c des Pendels bis zur Klemme K' und n ist der Draht etwas dicker gezogen, um anzudeuten, daß er von beiden Strömen durchflossen wird. In neuester Zeit hat man dem Pendel eine solche Einrichtung gegeben, daß Local- und Hauptbatterie zu gleicher Zeit geschlossen und geöffnet sind. Es fließen dann die Ströme beider Batterien zugleich durch den dicken Draht. Hierdurch wird jedoch keine Störung hervorgebracht, denn von der Klemme n an trennen sie sich wieder und gehen in die Drähte 4 und 7, ohne einander afficirt zu haben. Ein jeder schlägt denjenigen Weg ein, welcher nöthig ist, um seinen Kreislauf zu vollenden.

Um sich eine klare Vorstellung von dem Kramer'schen Apparate zu machen, möge man sich Folgendes merken:

1) Im Stande der Ruhe ist der Hauptstrom fließend, also der Localstrom unterbrochen, beide Schieber o und u sind eingesteckt, der Zeiger steht auf dem Theilstrich vor dem obern leeren Felde (siehe Figur 25, welche das Zifferblatt des Kramer'schen Telegraphen darstellt), die Feder s, auf der Mitte eines Zahnrückens sich befindend, ist von dem Ambos x abgedrückt, das Echappement e e ist rechts gesenkt und arretirt, vor einem obern Stifte liegend, das Stiftrad r.

2) Will der Telegraphenbeamte eine Correspondenz beginnen, so zieht er den oberen Schieber o aus, entfernt dadurch das untere Ende des Hebelarmes i c von dem Messingstreifen n', unter-

Digitized by Google

bricht dadurch den Hauptstrom in den beiden durch den großen Leitungsdraht verbundenen Apparaten, der Anker a in dem Pendel beider Apparate fällt in Folge dessen auf die Schraube s und schließt die Localbatterie (Fig. 53). Der Localstrom fließt vom Pole k nach d, von d (Fig. 52) durch 5′, v, a, s, p p, 4 bei c hinaus, durch den dicken Draht 5 (Fig. 53), K′, 6, n, 4′, um den Elektromagnet m durch 3′, n″, 2′, K, 1′ nach Z, oder in umgekehrter Richtung. Der Elektromagnet m (Fig. 53) wird magnetisch, a angezogen, der rechte Arm des Echappements gehoben, seine Gabel (Fig. 54) läßt den obern Stift los, legt sich gleich darauf unten eingreifend, vor einen unteren Stift, das Stiftrad r dreht sich in der Richtung des Pfeiles um $\frac{1}{60}$ seiner ganzen Umdrehung, eben so Zahnrad R, die Feder s springt, über die Zahnspitze gleitend, in die nächste Zahnlücke und kommt dadurch mit dem Ambos x in Berührung, der Hauptstrom wird wiederhergestellt. Bei dieser Bewegung der Räder r und R springt der Zeiger auf die Mitte des oberen leeren Feldes. So lange die Gabel des Echappements sich in ihrer gesenkten Lage befand, war (bei ausgezogenem oberen Schieber o) der Hauptstrom unterbrochen; in ihrer erhöhten Lage hat sie diesen wiederhergestellt. So ist es immer. So oft der Zeiger vor einem Theilstriche an dem Umfange des Zifferblattes steht, ist die Feder x abgedrückt, der Hauptstrom unterbrochen, der Localstrom fließend.

3) Durch die Wiederherstellung des Hauptstromes wird die Armatur a im Pendel wieder angezogen, und der Weg des Localstromes zwischen a und s unterbrochen. Dadurch verliert der Elektromagnet m (Figur 53) seine magnetische Anziehungskraft, läßt die Armatur a fahren, die Gabel des Echappements senkt sich, läßt den unteren Stift des Stiftrades r los und legt sich folglich vor den nächstfolgenden oberen. Die Räder r und R so wie der Zeiger drehen sich von dem Uhrwerke getrieben abermals um $\frac{1}{60}$ einer ganzen Umdrehung, der Zeiger springt auf den Theilstrich vor A (Fig. 25), die Feder 3 wird bis auf die Mitte des nächsten Zahnrückens geschoben und dadurch von x abgedrückt, dadurch der Hauptstrom unterbrochen. So geht es in rascher Aufeinanderfolge fort, und der Zeiger würde (mit den Rädern r und R) so lange rundlaufen, bis das Uhrwerk abgelaufen wäre, wenn keine Hemmung einträte. Diese Hemmung

Digitized by Google

wird durch niedergedrückte Tastenstäbe bewirkt. (Vergl. S. 100, Anmerkung 1 und Fig. 25). Wenn der Telegraphist z. B. (nach Ausziehung des Schiebers o), statt den Zeiger rundlaufen zu lassen, die Taste vor D niederdrückte und dadurch das entsprechende Stahlstäbchen aus dem Zifferblatte hervortreten ließe: so würde der Zeiger auf dem Theilstriche vor D stehen bleiben, die Hauptbatterie so lange geöffnet sein, als die Taste niedergedrückt wäre, die Localbatterie ebenso lange geschlossen sein. Da der Zeiger in Folge der rasch auf einander folgenden Unterbrechung und Wiederherstellung der Ströme in Bewegung ist, so muß er so fort still stehen, wenn diese Aufeinanderfolge aufhört. Der Telegraphist ist demnach im Stande, die Zeiger beider Apparate, welche in derselben Leitung liegen, durch das Niederdrücken einer Taste auf dem Theilstriche bei derselben zu arretiren.

4) Zieht man den unteren Schieber u aus, so wird der Hauptstrom völlig unterbrochen, weil sein Weg durch den Ring PP in den Messingstreifen dieses Schiebers und von diesem durch Draht 8 weiter geht. Alles Telegraphiren hat in diesem Falle ein Ende.

5) Bei hergestelltem Hauptstrome ist der rechte Arm des Echappements ee gesenkt. Drückt man die Taste D nieder, so wird dieser Arm gehoben, läßt man sie los, so senkt er sich unter Einwirkung des Gewichtes m' nieder. Eine Folge hiervon ist, daß die Räder r und R um $\frac{2}{60}$ ihres ganzen Umfanges drehen, der Zeiger also um ein Buchstabenfeld weiter springt. Durch eine Wiederholung dieser Manipulation läßt sich also der Zeiger auf das obere Feld wieder einstellen. Denkt man sich den linken Arm des Echappements ee, statt in gerader Linie mit dem rechten, nach unten gesenkt, mit diesem einen rechten Winkel bildend, und von seinem unteren Ende eine Stange horizontal zur Linken aus dem Telegraphen-Kasten hinausgehend, so wird man durch ein wiederholtes Eindrücken und Wiederausziehen dieser letzteren dieselbe Wirkung auf den Zeiger hervorbringen, ihn also wieder einstellen können. Bei unterbrochenem Hauptstrome müßte man sie erst ausziehen und dann wieder eindrücken. Ueber das beim Telegraphiren zu beobachtende Verfahren vergleiche die §§ 15 und 17.

Digitized by Google

§. 28.

Der Zeiger-Telegraph nebst Wecker von Siemens und Halske.

Das Zeigerwerk dieses Telegraphen befindet sich (Fig. 55) an der linken Seite, rechts neben demselben der Wecker. Der Elektromagnet HH des Zeigerwerkes ist so aufgestellt, daß seine beiden Schenkel senkrecht nach oben gerichtet sind. Auf die oberen Enden desselben sind Metallkappen dicht aufgedrückt, welche das weiche Eisen dieser Enden berühren und sich nach der Armatur hin in 2 ebene Platten verbreitern. Die Armatur besteht aus 2 Platten AA, welche durch ein gekrümmtes Eisen mit einander verbunden sind. An die Achse a sind die Armatur, der Hebel ari und der Federhalter h befestigt. Alle drei Theile bewegen sich also mit der Achse durchaus gleichmäßig. Wird die Armatur von dem Elektromagnet angezogen, so hebt sich der Hebel ari mit seinem rechten Ende i, und dreht sich der Federhalter h mit seinem unteren Ende zur Rechten. Wird die Armatur dagegen bei der Unterbrechung des Stromes unter der Einwirkung der Feder u' von dem Hufeisen abgezogen, so bewegen sich beide Theile in entgegengesetzter Richtung. Im Stande der Ruhe ist kein Strom vorhanden, der Hebel ari mit seinem rechten Ende also in seiner niedrigsten Stellung, der von diesem Ende ausgestreckte Haken c greift an der rechten Seite in eine Zahnlücke des Rades n. Hebt sich der Hebel mit seinem rechten Ende, so gleitet dieser Haken c über den nächsten Zahn und legt sich in die folgende Zahnlücke; senkt sich darauf der Hebel, so zieht der Haken c das Rad n in der Richtung des Pfeiles genau um

Digitized by Google

eine Zahnbreite mit sich fort. Ein Auf- und Niedergang des Hebels ari bewirkten also zusammen eine Drehung des Rades n um die Breite eines Zahnes. An der linken Seite des Rades greift ein zweiter Haken e' zwischen seine Zähne; derselbe bewirkt, daß bei dem Aufgange des Hakens e, wo er über die schiefe Ebene eines Zahnrückens, dieselbe schleifend, hinweg gleitet, das Rad sich rückwärts drehe. Ein jeder Zahn des Rades n läuft in eine senkrecht stehende Kante aus. Ein an den Hebel ari befestigter kleiner Haken w greift beim Niedergange des Hebels zwischen zwei auf einander folgende Zahnkanten und verhindert dadurch, daß das Rad n in diesem Falle um mehr als eine Zahnbreite fortgezogen werde.

Auf der Achse a' sitzt das Rad n; der Zeiger z auf dem Zifferblatte (Vergleiche Fig. 37 und 38, in welchen der Siemens'sche Apparat, mit Ausnahme des in diesem § beschriebenen inneren Mechanismus desselben, dargestellt ist.) und ein anderer in der Figur nicht sichtbarer Zeiger z' unter dem Rade n sind an dieselbe Achse befestigt, alle drei Theile bewegen sich also ganz gleichmäßig, so oft das Rad n rund läuft, so oft laufen auch diese Zeiger rund.

Ein wesentlicher Theil des Apparates ist das metallene Schiffchen mm, nahe unter dem Hebel ari. Es hat beinahe die Gestalt eines Wagebalkens und wird Schiffchen genannt, weil es sich wie ein Weberschiffchen hin und her bewegt. An dem oberen Ende der Messingklemme k erhebt sich ein Messingsäulchen, um welches das Schiffchen drehbar ist. Dasselbe bewegt sich zwischen den Schrauben s und s' auf und nieder, sein Gang wird also durch diese Schrauben regulirt. Das rechte Ende des Schiffchens wird von einem abwärtsgehenden, in der Figur nicht sichtbaren, Füßchen getragen. Bei der absetzenden Bewegung des Schiffchens gleitet dieses Füßchen auf dem Metallstreifen p hin und her. Ein Achatstein an seinem unteren Ende isolirt es von diesem Streifen und verhütet eine störende Reibung. Das Schiffchen streckt etwa von seiner Mitte 4 kurze Stifte, zwei oben und zwei unten, aus; sie liegen in derselben Ebene mit dem Schiffchen. Zwei Messingplättchen v und v', in der Figur durch Strichelchen bezeichnet, erheben sich von den Enden der beiden Stiftenpaare senkrecht in die Höhe. Ein an den Hebel ari befestigtes

Stahlstäbchen u stößt, wenn der Hebel in die Höhe geht, gegen das obere Plättchen v und bringt das Schiffchen in seine oberste Lage und in Berührung mit der Schraube s; bei der umgekehrten Bewegung desselben stößt das Stäbchen u gegen die kleine Platte v′, wodurch das Schiffchen in seine unterste Lage und mit der Schraube s′ in Berührung gesetzt wird. Da die Entfernung der Plättchen v und v′ von einander viel größer ist, als die Länge des Stäbchens u, so verrückt dieses das Schiffchen nur dann, wenn es sich mit dem Hebel a r i seiner äußersten Stellung oben oder unten nähert, oder vielmehr in dem Momente, wo es in diese äußersten Stellungen tritt. Die Hin- und Herbewegungen des Schiffchens sind daher bei weitem nicht so groß, als die des Stäbchens. Die Feder p′ drückt das Schiffchen fortwährend nach unten und bewirkt, daß das Plättchen v′ bei einem starken Anschlage an die Schraube s′ nicht in schwingende Bewegung gerathe, und dadurch momentan von s′ getrennt werde. Wenn v′ also durch den Stoß des Stäbchens u mit s′ in Berührung gebracht ist, so ist diese Berührung auch keinen Augenblick aufgehoben. Das darf auch nicht sein, denn bei dieser Berührung ist der elektrische Strom zwischen den in derselben Leitung liegenden Apparaten hergestellt, bei Trennung beider Theile (v′ und s′) ist er unterbrochen.

Wenn nämlich der Telegraphist bei dem Apparate Fig. 55 (vgl. Fig. 37 und 38.) den Leitungsschieber s auf t rückt und die Zink- und Silberplatten seiner Batterie einsenkt (§ 18), so tritt der Strom bei der Klemme K in den Apparat, geht durch x, in vielen Windungen um beide Schenkel des Hufeisens H H, durch das Loch q zu der Messingklemme k, durch das Metallsäulchen an ihrem oberen Ende in das Schiffchen m m, durch v′ in die Schraube s′ von hier durch den Draht y zu der Messingklemme c, von c in die Leitungsfeder t, in den Leitungsschieber s, durch 1 zu dem Drücker d, durch 2 zur Klemme L, durch den großen Leitungsdraht in den Wechsel-Apparat, in den Telegraphen 2 (Fig. 38), hier bei L eintretend durch die Feder des Drückers d, in den Leitungsschieber s, in die Leitungsfeder r, von da durch den Wecker zur Klemme E, von hier zur Klemme 6 des Wechsel-Apparates, durch die messingene Ueberleitung ü, die Klemme 5, in die Erdplatte E, von dieser durch die Erde bis zur

Erdplatte E (Fig. 37), d. i hier zu der Erdplatte E, Fig. 55, zurück, von dieser durch 4 zur Klemme E, zur Klemme Z, von dieser zu dem Z Pole der Batterie B, von dessen K Pole er ausgegangen war. Zwischen den Messingplättchen v′ und der Schraube s′ wird also der Strom in jedem Apparate unterbrochen und wiederhergestellt.

Im Stande der Ruhe sind die Silber- und Zinkplatten nicht in die Säure eingesenkt, also kein Strom vorhanden, also die Armatur AA (Figur 55) durch die Feder u′ von dem Elektromagnete HH abgezogen, also v′ mit s′ in Berührung. Sobald der Telegraphist jetzt seinen Leitungsschieber s auf t rückt und die Platten seiner Batterie einsenkt, circulirt der Strom in der oben angegebenen Weise, der Elektromagnet HH wird magnetisch, die Armatur AA angezogen, v′ wird von s′ in dem Augenblicke getrennt, wo der von dem rechten Ende des Hebels ausgestreckte Haken sich in die nächst höhere Zahnlücke legt. In Folge dieser Trennung wird der Strom unterbrochen, die Armatur AA von dem Elektromagnete HH durch die Feder u′ wieder abgezogen; der Hebel ari geht nieder und sein Haken e am rechten Ende dreht das Rad n um eine Zahnbreite. Sobald der Hebel aber in seine unterste Stellung kommt, hat sein Stäbchen das Plättchen v′ wieder mit s′ in Berührung gebracht, der Strom ist wiederhergestellt, die Armatur AA wird wieder von dem Elektromagnete angezogen, der Hebel ari geht wieder in die Höhe; in dem Augenblicke, wo der Haken e an seinem rechten Ende, über den Rücken des Zahnes gleitend, in die nächstfolgende Zahnlücke eingreift, wird v′ wieder von s′ getrennt, und der Strom wieder unterbrochen. So geht es in sehr rascher Aufeinanderfolge fort, Rad n dreht sich bei jeder Senkung des Hebels um einen Zahn und läuft somit ziemlich rasch rund. Rad n und die Zeiger z und z′ würden so lange fortlaufen, als in der Batterie Elektricität erzeugt wird. Allein es sind an dem Umfange des Zifferblattes Tasten angebracht, deren jede, niedergedrückt, einen Stahlstift hinabdrückt, welcher sich in dieser gesenkten Stellung mit seinem unteren Ende vor den unteren Zeiger z′ legt, und dadurch diesen, Rad n, Zeiger z und, vermittelst des mehrerwähnten Hakens e, auch den Hebel ari festhält. Die Tasten haben eine solche Stellung am Umfange des Zifferblattes, daß ihre Stahl-

stäbe das Rad n in dem Augenblicke arretiren, wo jener Haken, über einen Zahnrücken gleitend, in die nächst höhere Zahnlücke eingegriffen hat. Der Schieber S zur Linken des Zeigerwerkes dient dazu, beim Aufhören des Stromes den Zeiger z auf dem Zifferblatte wieder einzustellen. Wenn er eingesteckt wird, so drückt der Arm T die Armatur A A an den Elektromagnet, der Haken e geht in die Höhe, wird er wieder ausgezogen, so läßt er die Armatur los, diese wird durch die Feder u′ wieder abgezogen, und der Haken e dreht das Rad n um eine Zahnbreite. Durch wiederholtes Einstecken und Ausziehen dieses Schiebers kann also der Zeiger z auf das obere leere Feld des Zifferblattes eingestellt werden.

C und C′ sind zwei Schrauben, durch welche, vermittelst eines auf ihren Dorn l und l′ gesteckten Schlüssels, die Federn u′ und u″ stärker angespannt und nachgelassen werden können. Die Handhabung des Apparates ist aus § 18 zu ersehen.

Der Wecker zur Rechten des Zeigerwerkes. Die Armatur A′A′, der Klöppel F, der Federhalter h′ und der Führungsarm g sind an die gemeinschaftliche Achse a″ befestigt, bewegen sich also mit derselben durchaus gleichmäßig. Der Elektromagnet H H′ hat seine Pole senkrecht nach oben gerichtet. Die Kappen auf den letzteren sind den Kappen des Elektromagneten *HH* ganz ähnlich. Wird die Armatur A′ A′ von dem Elektromagnete H′ H′ angezogen, so bewegen sich F und h′ unten zur Linken, und g mit seinem linken Ende in die Höhe. Wird die Armatur vermittelst des Federhalters h′ von dem Elektromagnet abgezogen, so bewegen sich alle 3 Theile in entgegengesetzter Richtung. Bei der ersten Bewegung schlägt F gegen die Glocke G. m′m′ ist das metallene Schiffchen, welches um ein Messingsäulchen auf der Messingplatte N drehbar ist. Auf der Mitte seiner beiden Schenkel, an der inneren Seite, sitzen zwei Elfenbeinknöpfchen. Der Führungsarm g schlägt, wenn die Armatur A′A′ von dem Elektromagnete angezogen wird, gegen das obere; wenn er dagegen durch die Feder u″ von demselben abgezogen wird, gegen das untere Knöpfchen. Im ersten Falle wird der obere Schenkel des Schiffchens gegen die Schraube s, im zweiten Falle sein unterer Schenkel gegen die Schraube s′ gedrückt. Ist der Schenkel mit s′ in Berührung, so ist der Cirkel für den Strom ge-

Digitized by Google

schlossen; ist dagegen der obere Schenkel mit s in Berührung, der untere folglich von s' getrennt, so ist er unterbrochen. Zwischen dem unteren Schenkel des Schiffchens und der Schraube s' wird also in derselben Weise der Strom unterbrochen und wiederhergestellt, wie in dem Zeigerwerke zwischen v' und s'. Im Stande der Ruhe sind die Platten nicht eingesenkt, also kein Strom vorhanden, also der untere Schenkel des Schiffchens mit s' in metallischem Contact. Läßt der Telegraphist an der benachbarten Station zur Rechten den Strom circuliren, so tritt er bei der Klemme L in den Apparat (Fig. 55), geht durch 2, die Feder des Drückers δ, 1, den Leitungsschieber s, die Leitungsfeder r, die Klemme c, 3, in die Messingklemme der Schraube s' in diese Schraube, durch den unteren Schenkel des Schiffchens in das Säulchen auf der Klemme N (um welches sich das Schiffchen dreht), von diesem in die Klemme N, durch 4 zu dem Elektromagnete, um denselben, weiter durch die Klemme E, von da durch 4 zur Erdplatte E, durch die Erde zurück zu der Station, von der er gekommen ist. Die Armatur A'A' wird also angezogen, in dem Augenblicke aber, wo ihre beiden Platten gegen die Kappen des Elektrometers schlagen, schlägt der Klöppel F gegen die Glocke G, und der Führungsarm g gegen das Elfenbeinknöpfchen des oberen Schenkels, der untere Schenkel wird von s' entfernt, und dadurch der Strom unterbrochen. Die Feder u'' zieht die Armatur wieder ab, der Führungsarm g schlägt gegen das Elfenbeinknöpfchen des unteren Schenkels, bringt diesen mit s' wieder in Berührung und stellt den Strom wieder her. Diese Bewegung der Armatur A'A', des Federhalters h', des Klöppels F und des Führungsarmes g wiederholt sich sehr rasch hintereinander und die Glocke G ertönt in schnellen Schlägen. Wenn der Telegraphist an dem Apparate (Fig. 37) die Platten seiner Batterie einsenkt und den Leitungsschieber s auf t schiebt, so tritt der Strom dieser Batterie B bei K in den Apparat, geht von K auf dem bekannten Wege durch das Zeigerwerk, (bringt dieses aber nicht in Gang, weil die Stahlfeder u' (Fig. 55) zu stark gespannt ist), durch den Draht y zur Klemme c, durch t in den Leitungsschieber, weiter durch den großen Leitungsdraht zur Klemme 1 (Fig. 38), durch die Feder zu der Klemme 2, und tritt bei L in den Telegraphen 2 zur Rechten, geht hier durch

Digitized by Google

die Feder des Drückers d, s, r, e, in der oben angegebenen Weise durch den Glocken-Apparat zur Rechten, zur Klemme E, von E durch 6, ü, 5 zur Erdplatte E, durch die Erde zur Erdplatte E (Fig. 37) von hier zur Klemme E, nach Z, zu dem anderen Pole der Batterie zurück, von der er ausgegangen war. Hatte der Telegraphist an dem Telegraphen 2 die Platten seiner Batterie bereits eingesenkt und seinen Leitungsschieber s auf t geschoben, so geht der Strom von der Klemme L seines Apparates, durch die Feder des Drückers d, durch s, t, c, y, das Zeigerwerk, x, K, die Batterie B, Z, E, 6, ü, 5, in die Erdplatte E, u. s. w. Der Strom beider Batterien circulirt also durch die Zeigerwerke beider Apparate, er ist also stark genug um diese (Zeigerwerke) in Gang zu setzen. Eine weitere Ausführung siehe § 18.

Der von Halske erfundene Wechsel-Apparat dieses Telegraphen besteht aus einem Ausschalter und einem Wecker. Der Ausschalter befindet sich an der Außenseite des Apparates; sein Gebrauch in den 3 verschiedenen Stellungen ist § 18 angegeben. (Vgl. Fig. 38, 3 und Fig. 41, a, b und c.) Der Wekker im Innern hat den Zweck, die Telegraphisten der Zwischenstationen zu benachrichtigen, daß sie den Apparat wieder in die Stellung für die stationsweise Verbindung zu setzen haben. Er besteht (Fig. 56) aus dem kleineren Elektromagnete m', welcher bei der directen Verbindung, vermittelst der von 8 und 0 ausgehenden Drähte (Vgl. Fig. 38, 3), dergestalt in die Hauptleitung eingeschaltet ist, daß der zwischen den beiden Endstationen circulirende Strom durch seine Drahtwindungen fließt. Wie dieses geschieht, ist Seite 125 angegeben. Vor seinen beiden Polen befindet sich die Armatur i, welche durch die Feder e von demselben abgezogen wird. An diese Armatur ist das Stäbchen c gelöthet, welches sich in einem breiten Knopf endigt. Von dem größeren Elektromagnete m m sind die beiden Kappen sichtbar, welche auf seine vorgestreckten Pole gedrückt sind. Dieselben endigen sich nach der Armatur a hin in breite Platten. Die Armatur a und der Hebel h sind an einer gemeinschaftlichen Achse befestigt und bewegen sich mit dieser gleichmäßig. Wenn also die Armatur von dem Elektromagnete angezogen wird und sich oben zur Rechten, unten zur Linken dreht, so macht der Hebel h dieselben Bewegungen. Der obere, längere Arm des Hebels

Digitized by Google

h endigt sich in den Klöppel K; auf dem unteren, kürzeren sind 2 Stifte sichtbar, zwischen denen sich das Stäbchen c hin und her bewegen kann. Die Armatur a wird durch die stärkere Feder E von ihrem Elektromagnete abgezogen. Der Draht 1′ kommt von dem einen Pole der Batterie unter dem Telegraphen 2 (Fig. 38), geht bis zur Klemme K″, von da in vielen Windungen um den Elektromagneten mm (Fig. 56), zur Klemme K′, weiter zur Klemme K. Links von dieser befindet sich eine andere, kleinere Klemme, welche von K getrennt und isolirt ist. Die an diese kleinere Klemme befestigte Feder r wird von der Armatur i, wenn sie angezogen wird, an den Vorsprung der Klemme K gedrückt und mit dieser in metallische Berührung gebracht. Ist die Armatur i dagegen durch die Feder e abgezogen, so steht r in keiner Berührung mit K. Zwischen r und K findet also die Unterbrechung des Weges für den Localstrom statt. Wenn derselbe nämlich von dem rechten Pole der Batterie B unter dem Telegraphen 2 (Fig. 38) ausgeht, so tritt er durch den Draht 1′ in das Läutewerk des Wechsel-Apparates (Fig. 56), geht zur Klemme K″, in vielen Windungen um den Elektromagnet mm, durch K′ nach K. Steht K mit r in metallischem Contact, so geht er von K in r, durch Draht 2′ zum linken Pole derselben Batterie zurück.

Das Spiel des Läutewerks ist nun folgendes: Wenn die Telegraphisten der beiden Endstationen ihre Correspondenz beendigt haben, so rücken sie den Leitungsschieber s auf r und drücken den Drücker d eine Zeit lang nieder (Fig. 55, 37 und 38) und lassen dadurch den v e r s t ä r k t e n Strom durch die Wechsel-Apparate der Zwischenstationen gehen (S. 124). Dieser ist kräftig genug, um die Armatur i (Fig. 56) durch den Elektromagnet m′ anziehen zu lassen. Dadurch wird r mit K in Berührung gebracht, der Localstrom hergestellt, die Armatur a angezogen und der Klöppel K gegen die Glocke G geschnellt. Während die Armatur i angezogen wird, legt sich der Knopf des Stäbchens c vor die beiden Stifte, welche auf dem unteren Arme des Hebels h durch 2 Pünktchen bezeichnet sind. In dem Augenblicke wo die Armatur a angezogen und der Klöppel K gegen die Glocke G geschnellt wird, bewegt sich der untere Arm des Hebels zur Linken und reißt vermittelst des Stäbchens c die Armatur

i von m' wieder ab; dadurch kommt die Feder r außer Berührung mit K, der Localstrom wird wieder unterbrochen, die Armatur a durch die Feder E abgezogen und der untere Arm des Hebels h bewegt sich wieder zur Rechten. In Folge dessen wird das Stäbchen c losgelassen, die Armatur i wieder angezogen, und r mit K wieder in Berührung gebracht. Dadurch wird der Localstrom wiederhergestellt, a zum zweiten Male angezogen, und K gegen die Glocke G geschnellt. In demselben Augenblicke zieht der untere Arm des Hebels h die Armatur i wieder von dem Elektromagnete m' ab, r wird nicht mehr gegen den Vorsprung der Klemme K gedrückt, der Localstrom also wieder unterbrochen. So geht es fort, die Glocke G ertönt in rasch auf einander folgenden Schlägen, bis die Telegraphisten an beiden Endstationen den Drücker d loslassen, und die Silber- und Zinkplatten aus ihren Batterien ausheben und dadurch den Strom in dem langen Leitungsdrahte aufhören lassen. Eine Folge davon ist, daß der Elektromagnet m' seine Armatur i nicht mehr anzieht, und diese, durch die Feder e abgezogen, r nicht mehr gegen K drückt, der Localstrom also ebenfalls unterbrochen und dadurch dem Spiele des Glockenwerkes ein Ende gemacht wird. Die Telegraphisten an den Zwischenstationen, durch das Läutewerk der Glocke in ihren Wechsel-Apparaten davon benachrichtigt, daß die direkte Correspondenz zu Ende ist, versetzen den Ausschalter wieder in seine stationsweise Stellung.

Digitized by Google

§ 29.

Anhang.

Verzeichniß der Eisenbahnen nebst Angabe ihrer Längen.

(Auszug aus der Beilage zu No. 1. des Amtsblattes des Königlichen Post-Departements vom 6. Januar 1849.)

A. In Preußen.

1) Magdeburg-Leipziger Bahn, $15\frac{3}{4}$ Meilen.
2) Düsseldorf-Elberfelder Bahn, $3\frac{1}{2}$ M.
3) Berlin-Anhaltische Bahn bis Köthen, $20\frac{1}{4}$ M.
(Jüterbogk-Dresdener Zweigbahn, $24\frac{3}{4}$ M.)
4) Magdeburg-Halberstädter Bahn, $7\frac{3}{4}$ M.
5) Rheinische Bahn (von Köln über Aachen nach Hirbestahl), $11\frac{1}{4}$ Meilen.
6) Berlin-Stettiner Bahn, 18 M.
7) Oberschlesische Bahn, 26 M.
(von Breslau über Oppeln nach Myslowitz).
8) Breslau-Freiburg-Schweidnitzer Bahn, $7\frac{1}{2}$ M.
9) Bonn-Kölner Bahn, 4 M.
10) Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn, $19\frac{1}{2}$ M.
11) Niederschlesisch-Märkische Bahn, $47\frac{1}{2}$ M.
(von Berlin nach Breslau.)
(Zweigbahn über Kohlfurt und Penzig nach Görlitz $33\frac{1}{2}$ M.)
12) Niederschlesische Zweigbahn, $9\frac{1}{2}$ M.
(von Hansdorf über Sagan nach Glogau.)
13) Berlin-Hamburger Bahn, 38 M.

Digitized by Google

14) Wilhelmsbahn, 7½ M. (von Cosel nach österr. Oderberg.)
15) Köln-Mindener Bahn, 35 M.
16) Thüringische Bahn, 22 M. (von Halle nach Eisenach).
17) Stettin-Stargard-Posener Bahn, 27¼ M.
18) Brieg-Neisser Bahn, 6 M.
19) Bergisch-Märkische Bahn, 7½ M.
(von Dortmund nach Elberfeld).
20) Prinz-Wilhelms-Bahn, 4¼ M.
(von Steele über Neviges nach Vohwinkel).
21) Münster-Hammer Bahn, 4½ M.
22) Oschersleben-Braunschweig-Hannover-Mindener Bahn, 25¼ Meilen.
23) Leipzig-Dresdener Bahn, 15¼ M.
24) Dresden-Görlitzer Bahn, 13½ M.

B. Im übrigen Deutschlande.

1) Kaiser Ferdinands-Bahn, 37¾ Meilen,
(von Wien nach Oderberg).
Zweigbahn Floridsdorf-Stockerau, 2 M.
" Gänserndorf-Preßburg, 4 M.
" Lundenburg-Brünn, 9 M.
" Prerau-Olmütz, 3 M.
2) Nördliche Staats-Eisenbahn, 33 M.
(von Olmütz nach Prag).
Zweigbahn Brünn-BöhmischTrübau, 12 M.
3) Fürstlich-Fürstenbergische Bahn, 7½ M.
(von Prag nach Lahna).
4) Budweis-Linz und Linz-Gmunder Bahn, 26 M.
(mit Pferdebetrieb).
5) Wien-Gloggnitzer Bahn, 10 M.
Zweigbahn Mödling-Laxenburg, ½ M.
" Wien-Bruck a. d. Leitha, 5½ M.
6) Neustadt-Oedenburger Bahn, 4½ M.
(im Anschluß an die Wien-Gloggnitzer Bahn).
7) Südliche Staatsbahn, 31½ M.
(von Mürzzuschlag über Langenwang, Bruck a. d. Mur, Gratz, Marburg nach Cilli).
8) Riesa-Chemnitzer Bahn, 4 M.

Digitized by Google

9) Sächsisch-Schlesische Bahn, $13\frac{1}{2}$ M.
(von Dresden über Bautzen, Reichenbach nach Görlitz).
10) Löbau-Zittauer Bahn, $4\frac{1}{2}$ M.
11) Dresden-Prager Bahn, $2\frac{1}{2}$ M. (von Dresden bis Pirna).
12) Sächsisch-Bairische Bahn, 11 M.
(von Leipzig über Werdau nach Reichenbach).
Zweigbahn von Werdau nach Zwickau, $1\frac{1}{4}$ M.
13) Bairische Ludwigs-Süd-Nordbahn, $38\frac{1}{4}$ M.
(a, von Hof über Hochstadt, Lichtenfels, Bamberg, Erlangen nach Nürnberg; b, von Donauwörth über Augsburg nach Kaufbeuern).
14) Nürnberg-Fürther Bahn, 1 Meile.
15) Bairische Ostbahn, $8\frac{1}{4}$ M. (von München nach Augsburg).
16) Pfälzische Ludwigsbahn, $8\frac{3}{4}$ M.
(a, von Ludwigshafen nach Mannheim-Neustadt;
b, von Kaiserslautern nach Homburg;
c, Zweigbahn von Speier nach Schifferstadt, $1\frac{1}{4}$ M.)
17) Stuttgart-Ulm-Friedrichshafener Bahn, 28 M.
18) Stuttgart-Heilbronner Bahn, $7\frac{1}{2}$ M.
19) Friedrich-Wilhelms-Nordbahn, 19 M.
(a, von Cassel nach Gerstungen;
b, von Cassel nach Haunda;
c, die Karlsbahn von Hümme nach Karlshafen.)
20) Taunusbahn, $7\frac{1}{4}$ M.
(a, von Frankfurt über Höchst, Hochheim, Kastel nach Wiesbaden;
b, Zweigbahn von Höchst nach Soden;
c, " " Kastel nach Bieberich.)
21) Frankfurt-Offenbacher Bahn, 1 Meile.
22) Main-Neckar-Bahn, $11\frac{1}{2}$ M.
(von Frankfurt a. M. über Darmstadt, Bensheim, Heggenheim, Ladenburg nach Heidelberg).
23) Badische Bahn, $38\frac{1}{2}$ M.
(a, von Mannheim über Heidelberg, Bruchsal, Karlsruhe, Rastatt, Oos, Offenburg, Freiburg, Müllheim nach Leopoldshöhe;
b, Zweigbahn von Oos nach Baden;
c, " " Appenweier nach Kehl.)

Digitized by Google

24) Braunschweig-Lüneburgische Bahn, $16\frac{1}{2}$ M.
(a, von Oschersleben über Neu-Wegersleben, Jerxheim, Schöppenstädt, Wolfenbüttel, Vechelde nach Peina;
b, von Wolfenbüttel über Börsum, Schladen, Vienenburg nach Harzburg.)

25) Peina-Hannover-Mindener Bahn, $13\frac{1}{4}$ M.
(über Bückeburg).

26) Hannover-Hildesheimer Bahn, $5\frac{1}{2}$ M.

27) Hannover-Harburger Bahn, $22\frac{3}{4}$ M.
(über Celle und Lüneburg).

28) Hannover-Bremer Bahn, $16\frac{1}{4}$ M. (über Verden)

29) Mecklenburg-Schwerinsche Bahn, $7\frac{3}{4}$ M.
(von Hagenow über Schwerin nach Wismar).

30) Ostseebahn, $20\frac{3}{4}$ M.
(a, von Altona über Pinneberg, Elmshorn, Neumünster nach Kiel, 14 M.
b, Zweigbahn von Elmshorn nach Glückstadt, $2\frac{1}{2}$ M.
c, „ „ Neumünster nach Rendsburg, $4\frac{1}{2}$ M.)

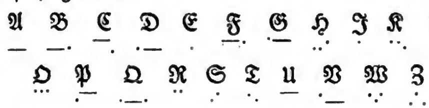
31) Köthen-Bernburger Bahn, $2\frac{3}{4}$ M.

Digitized by Google

§ 30.

Zusätze.

1) Der Schreib-Telegraph mit 2 Stiften von E. Stöhrer. Der Morse'sche Telegraph hat (§ 19, S. 127) nur einen Stift zum Schreiben. Der Mechanikus E. Stöhrer in Leipzig hat an demselben Verbesserungen vorgenommen. Statt eines Elektromagnetes und eines Hebels hat er zwei Elektromagnete und zwei Hebel, letztere mit je einem Stifte, in dem Apparate angebracht. Jedem Elektromagnete wird durch einen besonderen Schlüssel die magnetische Anziehungskraft mitgetheilt, und der elektrische Strom durch eine Rotationsmaschine erzeugt, von welcher später die Rede sein wird. Ein Uebertrager, Relais, (§ 27) schließt und öffnet die Localbatterie. Das Alphabet dieses Apparates besteht aus Punkten und gleich langen Strichen. Es ist folgendes:



u. s. w.

Diese verbesserten Schreib-Telegraphen von E. Stöhrer werden demnächst in Betrieb gesetzt auf den Linien von Leipzig nach Dresden (16 M.), von Dresden nach Königstein (4 M.) von Dresden nach der böhmischen Grenze (7 M.), von Dresden nach Hof (24 M.); auf den baierischen Linien von Hof über Bamberg, Nürnberg, Augsburg nach München (58 M.) und von Bamberg nach Würzburg, Aschaffenburg und Frankfurt a. M. (32 Meilen.)

Digitized by Google

2) Der § 22 beschriebene vortreffliche Doppelnadel-Telegraph wird auf den meisten englischen Linien gebraucht. Wheatstone hat für denselben, so wie für den Telegraphen mit einer Nadel einen eigenen Commutator erfunden. Nächst diesem ist der einfache Bainsche Telegraph (§ 20) zu vielfacher Anwendung gekommen. Seine beiden halbkreisförmigen Magnete haben die gleichnamigen Pole einander zugekehrt. Auf dem kleinen Zifferblatte (§ 20, Fig. 46) sind die Buchstaben l und r sichtbar. Bain hat statt derselben die Buchstaben I und V gesetzt, wodurch die Ziffern I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, VIV, VV den römischen beinahe gleich werden. Die Zeichen mit ihren Bedeutungen sind bei diesem Telegraphen zu beiden Seiten des Zifferblattes so zusammengestellt, daß alle links von dem Zifferblatte befindlichen Zeichen mit I, alle rechts befindlichen mit V anfangen.

Für die in Oesterreich gebrauchten Bainschen Apparate hat der Mechanikus Ekling in Wien einen anders construirten Commutator erfunden. Figur 57 ist derselbe in seinen Hauptumrissen abgebildet. In das viereckige Brett AA sind 9 Metallstifte 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 eingelassen. Die mittleren Stifte 1, 2, 3 sind etwas länger; sie tragen die Messingfedern a, b, c. In ihrer wagerechten Lage berühren folglich diese Federn weder linker Seits die Stifte 4, 5, 6, noch rechter Seits die Stifte 7, 8, 9. Zwei bei d und e unterstützte Tasten I und V sind an ihrem oberen Ende mit Messingkugeln beschwert, so daß sie im Stande der Ruhe die Feder c mit ihren beiden Enden auf die Stifte 6 und 9 drücken. Wenn sie dagegen von dem Telegraphisten bei I und V niedergedrückt werden, so drücken sie die Federn a und b zur Linken auf die Stifte 4 und 5, zur Rechten auf die Stifte 7 und 8. Durch das Aufdrücken der Federn werden diese mit den Stiften in metallische Berührung gebracht. Im Stande der Ruhe ist die Batterie B ausgeschaltet und geöffnet. Von den Polen k und z kann der Strom zwar in die Federn a und b gelangen, aber aus diesen nicht weiter, weil die Tasten I und V an ihrem unteren Ende (I und V) gehoben sind, beide Federn also weder die Stifte 4 und 5, noch die Stifte 7 und 8 berühren. Dagegen ist der Apparat in der geeigneten Lage, um eine Nachricht von einer entfernten Station zu empfangen.

Digitized by Google

Die 57. Figur stelle eine Endstation C zur Linken dar. An der mit ihr correspondirenden Station D zur Rechten sind die Klemmen k' und z' an der linken Seite des Apparates angebracht, die Drahtenden x und x', anstatt zur Rechten wie Fig. 57, nach der linken Seite herum gelegt und dort mit den Klemmen k' und z' verbunden, und zwar x' mit k', und x mit z'. In allem Uebrigen hat der Apparat zur Rechten, dieselbe Einrichtung wie der zur Linken. Es ist nun nicht zu übersehen, daß, wenn an der Station C die Klemme z' mit der Erdplatte E verbunden ist, allemal an der correspondirenden Station D die Klemme k' mit derselben in Verbindung steht, und umgekehrt. Die 58. Figur verdeutlicht dieses. Drückt demnach der Telegraphist an der Station D die Taste V nieder, so geht der Strom, unter der Voraussetzung, daß er allezeit von dem Pole k ausgeht, von k nach a, 7, 5, durch das Zeigerwerk hinauf, durch x', k' zur Erdplatte E (Fig. 58), durch die Erde zur Erdplatte E an der Station C (Fig. 57), tritt bei z' in den Apparat, geht durch x, 8, 9, c, 6, 5, durch das Zeigerwerk hinauf, durch x', k', l (Fig. 57 und 58) zu z' an der Station D, hier durch x, 8, b, zu dem Pole z der Batterie zurück. Die Ströme gehen also in beiden Apparaten von unten nach oben durch den Draht des Zeigerwerkes. Der Zeiger wird also nach derselben Seite (V) abgelenkt.

Drückt der Telegraphist an der Station C die Taste V nieder, so wird seine Batterie B geschlossen, der Strom geht von dem Pole k nach a, durch a, 7, 5, durch das Zeigerwerk hinauf, bei der Klemme k' aus dem Apparate und durch den Leitungsdraht l zur nächsten Station, hier bei der Klemme z' (Fig. 58) in den Apparat, von z' durch x, 8, 9, c, 6, 5, durch das Zeigerwerk hinauf, durch x', k' zur Erdplatte E, durch die Erde zurück nach der Erdplatte der Station C (Fig. 57), von dort durch die Klemme z', durch x, 8, b zu dem Pole z der Batterie B zurück. Der Zeiger schlägt also auf beiden Stationen nach derselben Seite (V) aus. Drückt dagegen der Telegraphist die linke Taste I nieder, so geht der Strom von dem Pole k seiner Batterie zu a, durch a, 4, 8, x, z' zur Erdplatte E, durch die Erde zur Erdplatte E an der Station D (Fig. 58), durch k', x', durch das Zeigerwerk von oben nach unten, durch 5, 6, c,

Digitized by Google

9, 8, x, z', durch den Leitungsdraht l nach der Station C, hier bei k' eintretend durch x', durch das Zeigerwerk von oben nach unten, durch 5, b zu dem Pole z zurück. Also geht der Strom durch beide Zeigerwerke von oben nach unten, der Zeiger beider Apparate schlägt also nach derselben Seite (I) aus. Die Apparate sind folglich so in die Leitung eingeschaltet, daß die Ströme stets in derselben Richtung durch die Zeigerwerke gehen, also ihre Zeiger auch stets nach derselben Seite ausschlagen. Wie die Stellung des Zeigers zur Rechten auf V und zur Linken auf I die Buchstaben und Ziffern bezeichnen können, ist § 20 angegeben.

3) Wird der punktirt gezeichnete Draht zwischen der Klemme n und dem Elektromagnete m in dem Zeigerwerke (Fig. 53) durch das Niederdrücken der rechten Taste D' bei dieser getrennt, so wird dadurch der Localstrom unterbrochen, der gehobene rechte Arm des Hebels e e unter dem Drucke des Gewichtes m' gesenkt, Stiftenrad r und Zeiger z rücken um $\frac{1}{60}$ einer ganzen Umdrehung fort. Rad und Zeiger drehen sich aber um ebensoviel wenn die Taste D' wieder losgelassen, der Localstrom also wiederhergestellt wird. Der Zeiger z wird demnach bei unterbrochenem Hauptstrome durch ein wiederholtes Niederdrücken der rechten Taste D', bei hergestelltem Hauptstrome durch ein solches Niederdrücken der linken Taste D wiedereingestellt.

4) Die Inductionsströme. Wenn einem gewöhnlichen Leitungsdrahte ein anderer geschlossener Draht A genähert, und darauf ein elektrischer Strom durch den Leitungsdraht geführt wird, so entsteht in demselben Augenblicke auch in dem Drahte A ein elektrischer Strom, welcher aber sogleich wieder verschwindet. Derselbe heißt Inductionsstrom, oder inducirter Strom oder Nebenstrom, im Gegensatze zu dem ersteren, welcher Hauptstrom genannt wird. In dem Drahte A wird auch dann ein Inductionsstrom erregt, wenn in dem (nahen) Leitungsdrahte der Strom aufhört. Dieselbe Erscheinung zeigt sich sowohl wenn man den Leitungsdraht, während er von einem Strome durchflossen wird, dem geschlossenen Drahte A rasch nähert, als auch wenn man ihn rasch von demselben entfernt. Ist der geschlossene Draht A um einen hohlen Cylinder von Pappe gewunden, so entsteht in demselben in dem Augenblicke ein Nebenstrom, wann ein kräftiger Stahlmagnet rasch in den Cylinder ge-

Digitized by Google

steckt, eben so in dem Augenblicke, wenn er rasch aus denselben ausgezogen wird.

Nebenstrom und Hauptstrom haben stets eine entgegengesetzte Richtung. Ebenso haben die Nebenströme, welche beim Herstellen des Hauptstromes, bei der Annäherung des von dem Hauptstrome durchflossenen Leitungsdrahtes und bei dem raschen Einstecken des Stahlmagnetes in den Cylinder entstehen die entgegengesetzte Richtung von denjenigen Nebenströmen, welche bei der Unterbrechung des Hauptstromes, bei der Entfernung des von dem Hauptstrome durchflossenen Leitungsdrahtes und bei dem raschen Ausziehen des Stahlmagnetes aus dem Cylinder erzeugt werden.

In der 17. Figur ist ein Elektromagnet abgebildet. Die Enden seiner spiralförmigen Drahtwindungen stehen beider Seits ab. Das rechte Ende seines Eisenkernes mag N, das linke S heißen. Man denke sich einen ebenfalls in die Form eines Hufeisens gebogenen, kräftigen Stahlmagnet ihm so gegenüber gestellt, daß dessen Südpol S' N, und dessen Nordpol N' S gegenüber sich befinde, und beide Hufeisen in derselben Ebene liegen. Nähert man den Elektromagnet (Fig. 17) dem ihm so gegenüberstehenden Stahlmagnete rasch, so wird jener magnetisch, und zwar wird das rechte Ende seines Eisenkernes, N, sein Nordpol, das linke, S, sein Südpol. Durch diesen Magnetismus wird in den Drahtwindungen ein Inductionsstrom erzeugt, welcher in den Windungen eine entgegengesetzte, in einem die beiden abstehenden Enden verbindenden Schließungsdrahte aber dieselbe Richtung hat. Entfernt man den Elektromagnet wieder von dem Stahlmagnete, so verliert jener augenblicklich seine magnetische Eigenschaft. Versetzt man den (genäherten) Elektromagnet in eine rasch rotirende Bewegung, so wird bei der ersten halben Umdrehung N von S' und S von N' entfernt, und dadurch ein elektrischer Strom in den Drahtwindungen inducirt; bei der zweiten halben Umdrehung wird N dem Pole N' und S dem Pole S' genähert, dadurch wird der Elektromagnet magnetisch, N sein Süd- und S sein Nordpol, dadurch abermals ein Strom inducirt, welcher mit dem ersten eine entgegengesetzte Richtung hat. Wird der Elektromagnet mit seinen beiden Drahtenden (Fig. 17) an einen Rotations-Apparat befestigt, und passiren diese Drahtenden bei der Rota-

tion desselben irgend eine Vorrichtung schleifend, dergestalt, daß das eine Drahtende mit dem einen Ende eines Schließungsdrahtes, das andere mit dem anderen Ende desselben fortwährend in metallischer Berührung bleibt; so werden in diesem Schließungsdrahte bei jeder ganzen Umdrehung 2 Ströme von entgegengesetzter Richtung inducirt. Das Ganze heißt magneto-elektrische Rotationsmaschine. Magneto-elektrisch heißt sie, weil der Magnetismus die Elektricität (den elektrischen Strom) hervorruft. Aus einem ähnlichen Grunde hießen die früher beschriebenen Telegraphen elektro-magnetische, weil nämlich in diesen Apparaten der elektrische Strom den Magnetismus des Elektromagnetes hervorrief. Jeder Telegraph, bei welchem magneto-elektrische Rotationsmaschinen den elektrischen Strom erzeugen, heißt auch magneto-elektrischer Telegraph.

5) Der Mechanikus E. Stöhrer in Leipzig hat einen magneto-elektrischen Zeiger-Telegraphen hergestellt, welcher in mehreren Gegenden Deutschlands zur praktischen Anwendung gekommen und den Seite 70 erwähnten deutschen Telegraphen-Systemen zuzuzählen ist. Die Rotationsmaschine bringt, wie gezeigt ist, bei jeder ganzen Umdrehung des Elektromagnetes in einem Schließungsdrahte 2 einander entgegengesetzte Ströme hervor. Vorausgesetzt, daß der Schließungsdraht 2 Stationen mit einander verbindet, und an jeder ein Hufeisen (Elektromagnet), dessen Schenkelenden a und b heißen mögen, in denselben eingeschaltet ist, so werden diese Hufeisen bei einer ganzen Umdrehung (des Elektromagnetes oder Hufeisens in der Maschine) 2 Mal magnetisch. Da die beiden bei der ganzen Umdrehung erzeugten Ströme einander entgegengesetzt sind, so werden diese Hufeisen auch entgegengesetzt magnetisch, d. h. wenn bei dem ersten Strome die Schenkelenden a der beiden Hufeisen die positiven, und die Schenkelenden b die negativen magnetischen Pole wurden, so werden umgekehrt bei dem zweiten Strome die Enden a die negativen, und die Enden b die positiven magnetischen Pole.

Die Armatur, welche hier gebraucht wird, ist ein constanter Stahlmagnet. Sie hat die Form eines Hebels, welcher in seiner Mitte an eine bewegliche Achse befestigt ist und sich mit derselben dreht. Ihr Nordpol heiße n, ihr Südpol s. Wenn sich

n zwischen den beiden Polen a und b des Hufeisens befindet, so wird n von a angezogen und von b abgestoßen, wenn a der magnetische Südpol und b der magnetische Nordpol geworden; dagegen von a abgestoßen und von b angezogen, wenn a der magnetische Nordpol, also b der magnetische Südpol geworden ist (§ 6. S. 44). Hierdurch wird also die Armatur in eine absetzende Bewegung gebracht und durch diese mittelst eines Steigrades von Neusilber auf den Lauf eines Zeigers eingewirkt. Es sitzt nämlich an der Achse, welche die Armatur trägt, ein stählerner Haken, welcher die absetzende Bewegung der Armatur mitmacht und dadurch das Steigrad rund dreht. Die Rotationsmaschine wird durch ein von einem Gewichte getriebenes Räderwerk in Bewegung gesetzt. Ein Schieber arretirt, eingesteckt, das Räderwerk; wird er ausgezogen, so setzt sich dasselbe, von dem Gewichte getrieben, in rasche Bewegung. So lange diese Bewegung dauert, werden in rascher Aufeinanderfolge entgegengesetzte Ströme in dem Schließungsdrahte (Leitungsdrahte) erzeugt, dadurch ein ebenso rascher Polwechsel der in den Leitungsdraht eingeschalteten Hufeisen hervorgebracht, dadurch die Armatur hin und her bewegt, dadurch der stählerne Haken in eine absetzende Bewegung gebracht, und dadurch das Steigrad rund gedreht. Mit dem Steigrade läuft der Zeiger rund. Die Zeiger aller in die Leitung eingeschalteten Apparate laufen mithin so lange rund, als, in Folge der Bewegung der Rotationsmaschine, rasch auf einander folgende entgegengesetzte Ströme erzeugt werden.

Auf dem Zifferblatte dieses Telegraphen sind ein Zeiger und ein langer messingener Führungsarm sichtbar. Letzterer sitzt unter dem ersteren, wie der Stundenzeiger einer Taschenuhr unter dem Minutenzeiger. Zeiger und Führungsarm stehen im Stande der Ruhe auf dem untersten leeren Felde des Zifferblattes. Auf dem Führungsarme befindet sich eine Messingfeder, welche von einem in dem Zeiger sitzenden Röllchen niedergedrückt wird, sobald dieser über dem Führungsarme zu stehen kommt. Dadurch wird der Strom, welcher aus der Rotationsmaschine durch diese Feder seinen Weg nimmt, unterbrochen, und in Folge dessen der Zeiger in Stillstand gebracht, wenn auch die Maschine zu rotiren fortfährt.

Will der Telegraphist eine Correspondenz eröffnen, so zieht

Digitized by Google

er den Schieber aus und rückt den Führungsarm nach der linken oder rechten Seite auf den ersten Buchstaben seiner Depesche. Der Zeiger dreht sich in Folge dessen (rechts) herum und läuft so lange, bis er über diesem Buchstaben und dem Führungsarme steht, wo er anhält, weil er durch Niederdrücken der genannten Feder den Strom unterbricht, also in der Leitung auch keine rasch auf einander folgende (entgegengesetzte) Ströme mehr möglich sind. Da sich die Zeiger aller Apparate in derselben Leitung gleichmäßig drehen, so sind auch die übrigen auf diesen Buchstaben gekommen und stehen hier still, weil der Weg für die Ströme jetzt unterbrochen ist. Rückt der Telegraphist gleich darauf den Führungsarm auf den zweiten Buchstaben seiner Depesche, so eilen alle Zeiger auf diesen Buchstaben, u. s. w. Dadurch nämlich, daß der Telegraphist den Führungsarm unter dem Zeiger weg zieht, bewirkt er, daß die Unterbrechung des Stromes aufhört. Bei eingestecktem Schieber geht der Strom nicht durch die mehrgenannte Feder, sondern direct durch die Drahtwindungen des Hufeisens, und der Zeiger läuft über die Feder weg, ohne sie niederzudrücken. Hierdurch wird das Zeigerwerk zugleich Empfangs-Apparat.

Der magneto-elektrische Zeiger-Telegraph von E. Stöhrer ist auf den sächsischen Linien von Leipzig bis Hof (24 M.) und von Leipzig bis Dresden (16 M.); ferner auf den baierischen von München nach Augsburg und von Augsburg nach Hof in Betrieb.

Gedruckt bei A. W. Schade in Berlin, Grünstraße 18.

ig. 3.

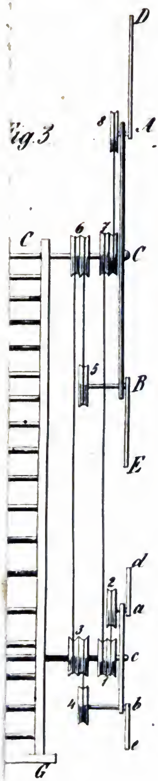
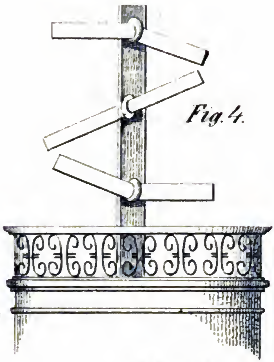


Fig. 4.



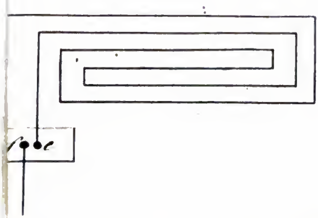
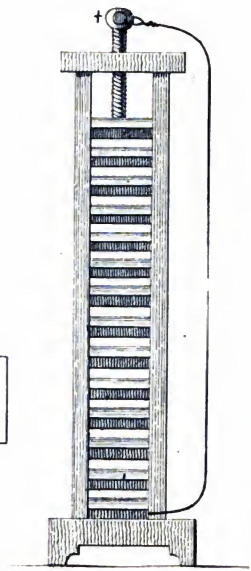
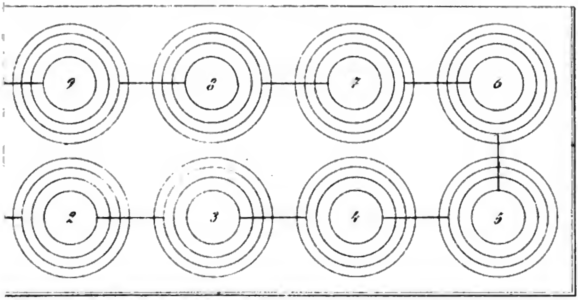


Fig. 10.



Digitized by Google

Fig.13.



19.



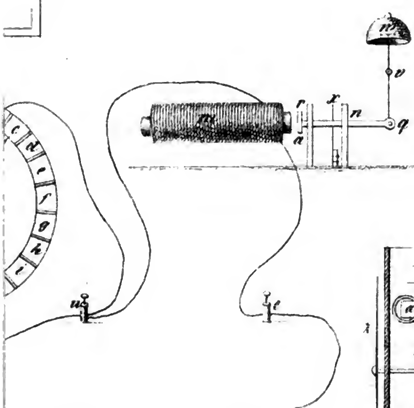
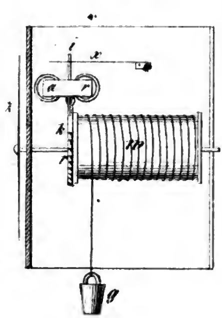
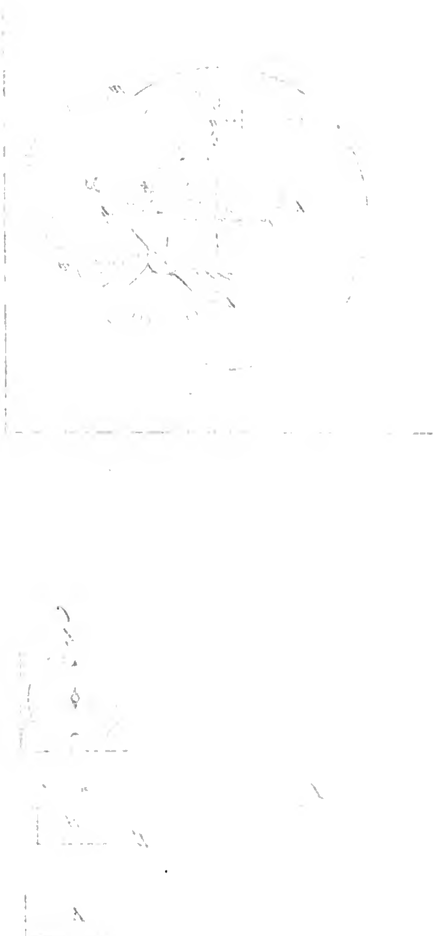


Fig.22.

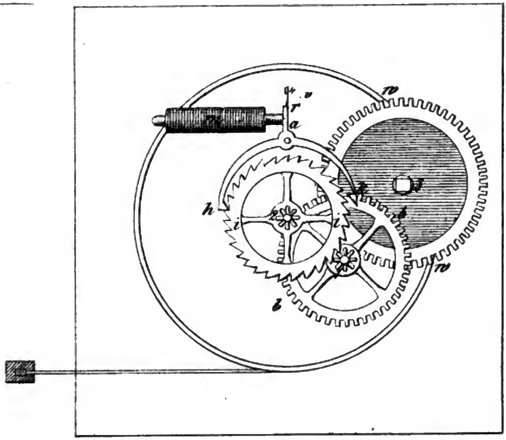


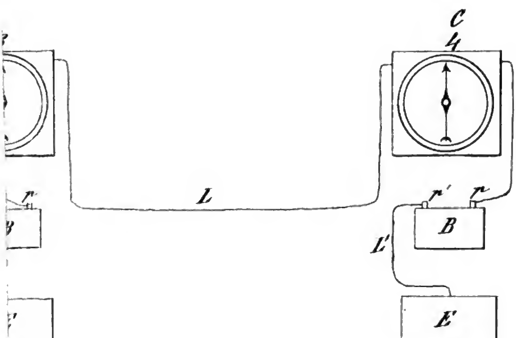
Digitized by Google



Digitized by Google

Fig.27.





Digitized by Google

3.

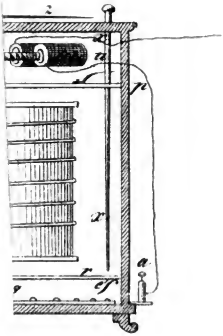
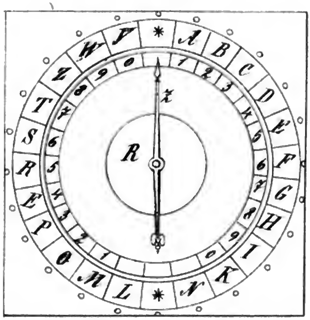


Fig.34.



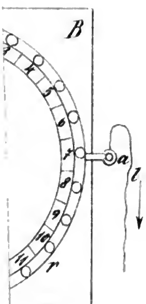
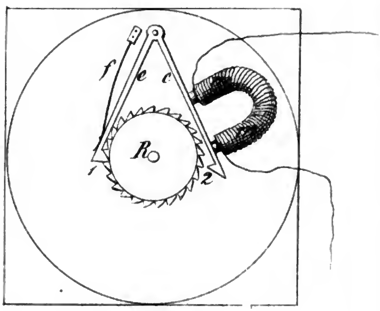
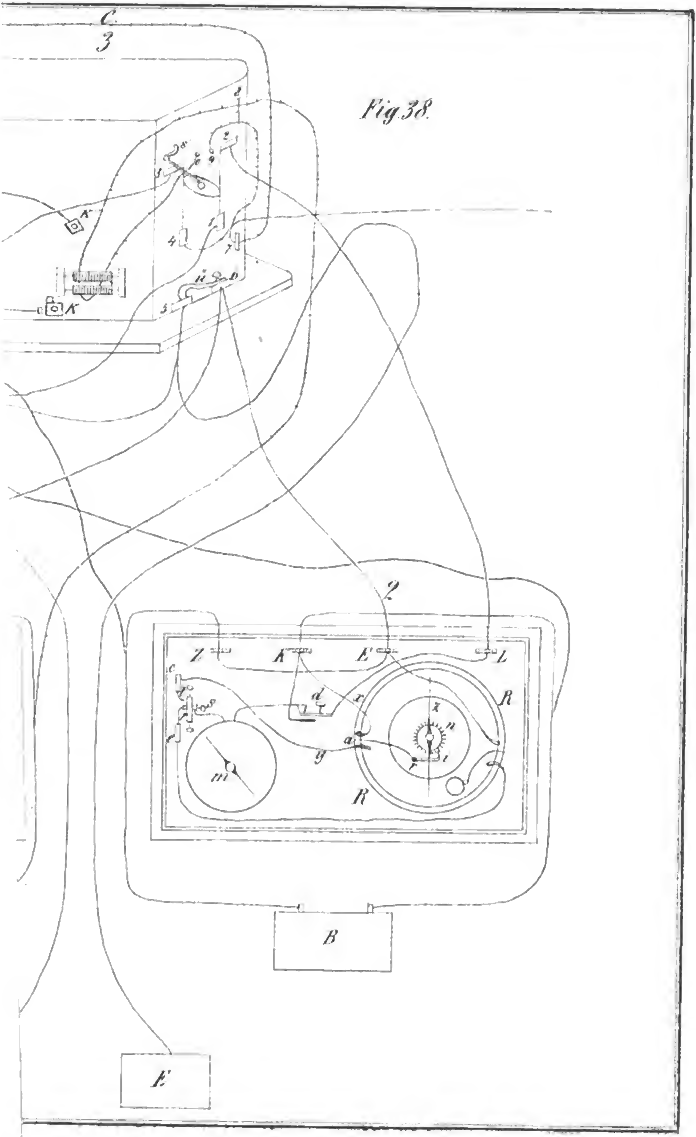


Fig.35.



Digitized by Google

Fig. 38.



Digitized by Google

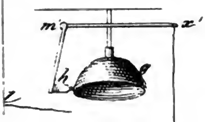


Fig. 51.

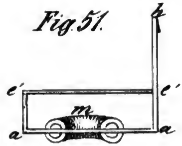
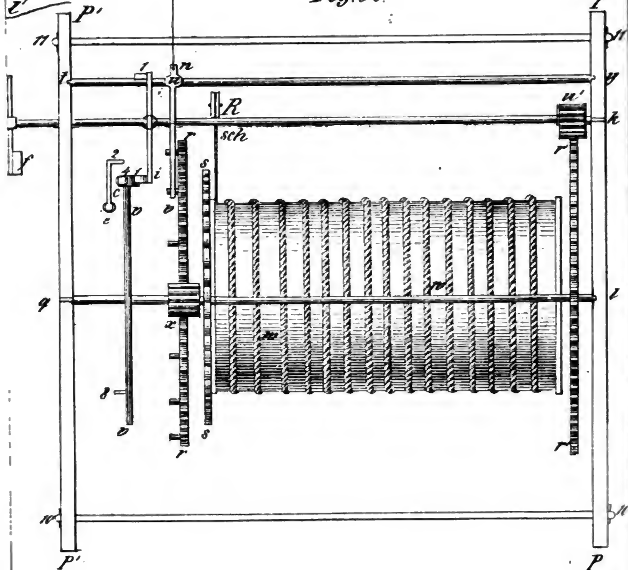
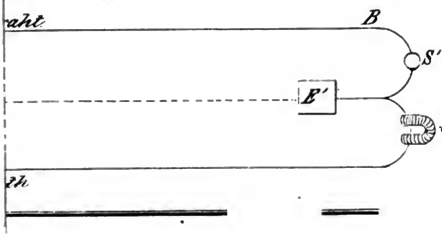


Fig. 50.



[Fig.] 45.



Digitized by Google

Digitized by Google

Fig. 46.

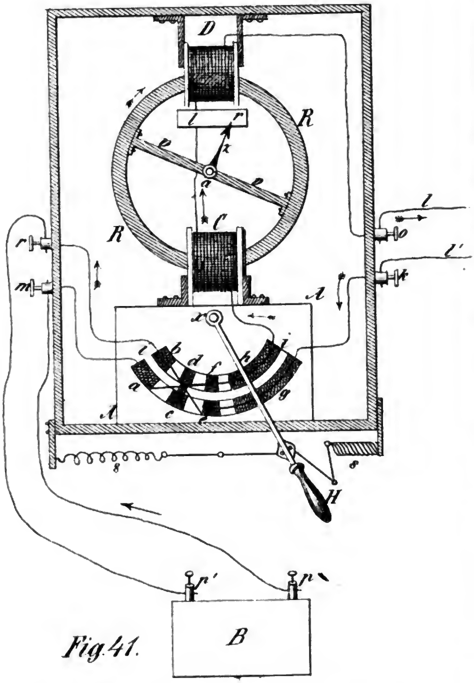
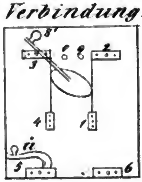
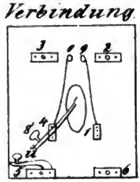


Fig. 41.

b
Circular Verbindung.



c
Directe Verbindung.



Digitized by Google

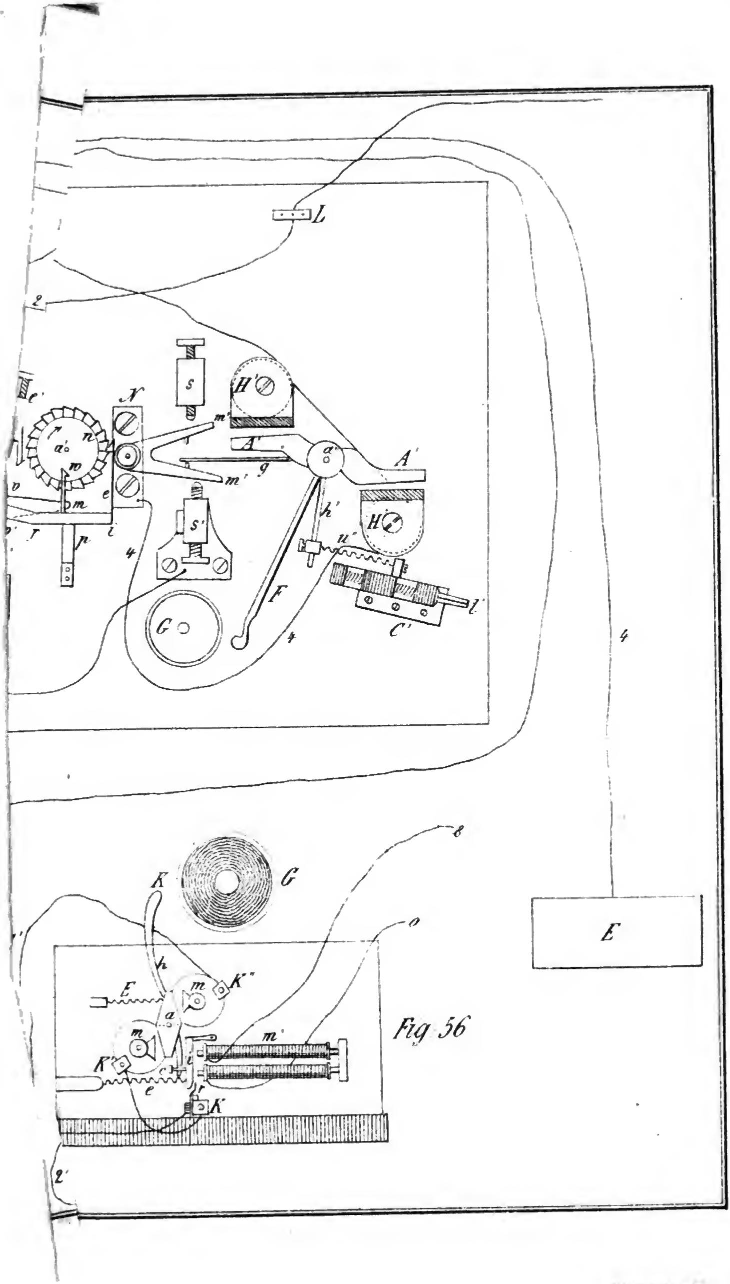
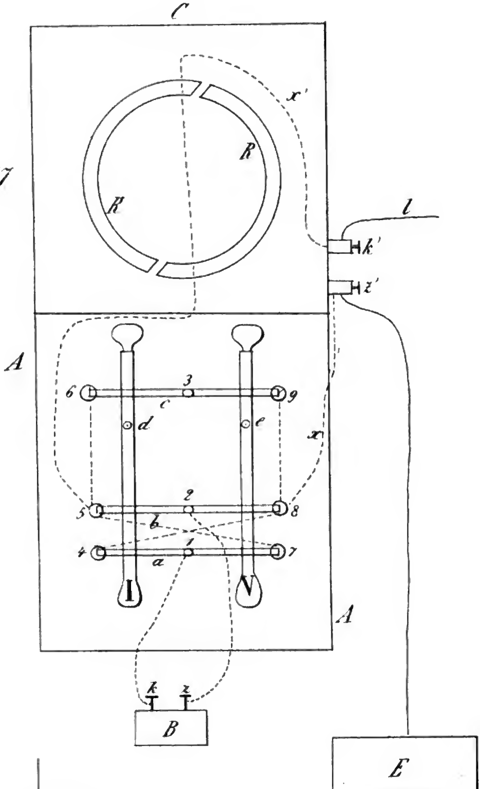


Fig 56

Digitized by Google

Digitized by Google

Fig 57



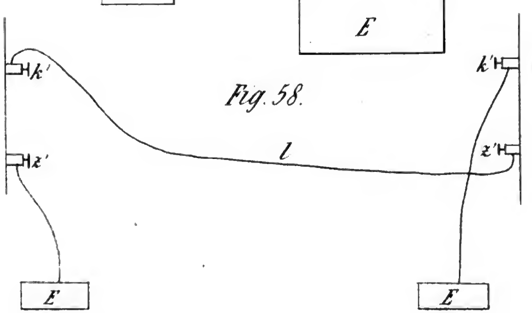


Fig. 58.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Eng 4228.51
Die elektro-magnetische telegraphie
Cabot Science 004721908
3 2044 091 878 447

Digitized by Google